

В. Н. Игнатович

**ВВЕДЕНИЕ
В ДИАЛЕКТИКО-
МАТЕРИАЛИСТИЧЕСКОЕ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ**

Киев – 2007

УДК 168.521:528.8:536.7

ББК 15.1

И26

*Рекомендовано к печати
Ученым советом факультета социологии
Национального технического университета Украины
“Киевский политехнический институт”
(Протокол №3 от 22.06.2007)*

Рецензенты

А. Т. Лукьянов, канд. филос. наук, доц.

А. А. Андрийко, д-р хим. наук, проф.

Л. А. Гриффен, д-р техн. наук, проф.

Ответственный редактор

Б. В. Новиков, д-р филос. наук, проф.

Игнатович В. Н.

И 26 Введение в диалектико-материалистическое естествознание: Монография. — Киев: Издательство «ЭКМО», 2007. — 468 с.: ил. — Библиогр.: с.432-460.

ISBN 978-966-8555-78-7

В монографии раскрывается значение материалистической диалектики как мировоззрения, теории и метода познания для теоретических исследований в области естествознания. Даны примеры применения материалистической диалектики при решении конкретных проблем естествознания.

Для философов, физиков, химиков, инженеров, студентов, аспирантов — всех, кто хотел бы освоить научный метод познания истины.

УДК 168.521:528.8:536.7

ББК 15.1

ISBN 978-966-8555-78-7

© В. Н. Игнатович, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
--------------------------	---

Глава первая

А. И. ГЕРЦЕН О ЗНАЧЕНИИ ФИЛОСОФИИ ДЛЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Предварительные замечания	16
Герцен об отношении естествоиспытателей к философии и о недостатках естествознания	17
Герцен о значении философии для естествознания и об основном вопросе философии	22
Герцен о диалектике в природе и различных науках.....	25
Герцен о значении диалектической логической формы для естествознания.....	29

Глава вторая

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФРИДРИХА ЭНГЕЛЬСА В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Предварительные замечания	34
Начальный этап работы Энгельса в области теории материалистической диалектики и теоретического естествознания (1858–1872 гг.).....	38
Два великих замысла Энгельса в области теоретического естествознания (1873 г.).....	45
Обоснование необходимости применения диалектических законов и категорий в естествознании. Обсуждение проблем биологии (осень 1874 г.)	52
Обоснование необходимости материалистической диалектики для естествознания. Критические замечания по поводу различных наук. Написание «Введения» (ноябрь 1875 г. – май 1876 г.)	61
Обоснование материалистической диалектики и развитие теоретического естествознания в «Анти-Дюринге» (сентябрь 1876 г. – январь 1877 г.).....	67
Развитие материалистической диалектики и теоретического естествознания в заметках и фрагментах октября 1877 г. – января 1878 г.	73
Начало работы над книгой о необходимости сознательного применения материалистической диалектики в естествознании (август 1878 г. – сентябрь 1879 г.)	86

Рассмотрение движения как единства притяжения и отталкивания. Анализ категорий силы и энергии	90
Обсуждение конкретных проблем конкретных наук (февраль 1880 г. – август 1882 г.)	97
Критический разбор теорий электричества (осень 1882 г.)	104
Энгельс о естествознании после 1882 года	109
Краткие итоги работы Энгельса в области естествознания	114

Глава третья

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИАЛЕКТИКО-МАТЕРИАЛИСТИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Предварительные замечания о значении материалистической диалектики для естествознания	116
О диалектико-материалистическом мировоззрении.....	119
Основные положения диалектико-материалистической теории познания	123
Познание как отражение человеком природы.....	127
О формах отражения	131
О Логике с большой буквы	135
Наука как прикладная логика.....	141
Принцип развития в теории познания.....	148
О роли практики в познании.....	152
Основные принципы диалектико-материалистического метода мышления	156
Маркс и Энгельс о диалектико-материалистическом методе теоретического исследования	161
Как развивать теорию.....	165
О роли противоречий в теоретическом исследовании	167
О значении формальной логики.....	170
О значении изучения истории науки	175

Глава четвертая

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ВОСХОЖДЕНИЯ ОТ АБСТРАКТНОГО К КОНКРЕТНОМУ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА

Предварительные замечания	181
Особенности ХИТ системы литий – диоксид марганца как моделируемого объекта.....	182
Построение модели.....	183
Обсуждение модели	187

Глава пятая**АНАЛИЗ ПАРАДОКСА ГИББСА**

Предварительные замечания	189
Предварительный анализ парадокса Гиббса.....	192
Обсуждение различных формулировок парадокса Гиббса	195
Однозначно ли в классической термодинамике определяется изменение энтропии при смешении тождественных идеальных газов?	200
Вывод и анализ формул для энтропии смешения идеальных газов. Выявление слагаемого, поведением которого обусловлен скачок энтропии смешения	204
Определение логических оснований заключения о парадоксальном скачке энтропии смешения	208
Возможные интерпретации поведения энтропии смеси при переходе от различных к тождественным газам	212
Об одной дискуссии по поводу парадокса Гиббса.....	215
Некоторые ошибки в работах, посвященных парадоксу Гиббса ..	218
Выводы.....	220

Глава шестая**ВЗГЛЯД МАРКСИСТА НА РЕЛЯТИВИСТСКУЮ КОСМОЛОГИЮ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ КОСМОСА**

Предварительные замечания	222
Основные положения релятивистской космологии.....	224
Что материалисты утверждают о Вселенной	230
Как изменялось отношение к релятивистской космологии в СССР.....	233
Почему не критичное отношение к релятивистской космологии приводит науку к капитуляции перед религией	243
На чем основаны противоречащие материализму положения релятивистской космологии.....	249
О космологических парадоксах	253
Общая теория относительности и космология.....	261
Свидетельствуют ли факты об эволюции Вселенной?.....	266
О критике релятивистской космологии.....	266
Диалектические материалисты о проблеме мирового круговорота.....	279
Физические гипотезы мирового круговорота.....	287
Заключение	292

Глава седьмая**АНАЛИЗ ЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ ГИПОТЕЗЫ
ТЕПЛОЙ СМЕРТИ ВСЕЛЕННОЙ.
ВВЕДЕНИЕ В КРИТИКУ
КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ**

Предварительные замечания.....	295
О гипотезе тепловой смерти Вселенной	303
Фридрих Энгельс о гипотезе тепловой смерти Вселенной.....	306
Энгельс о превращении форм движения	313
Второй закон термодинамики – «закон деградации энергии»?	318
Физики против «деградации» энергии	324
Об ограничениях на преобразования теплоты.....	329
Обсуждение ограничений на преобразования теплоты.....	332
Следует ли из теоремы Карно заключение о невозможности полного преобразования теплоты в другие виды энергии?	340
Можно ли теплоту преобразовывать в другие виды энергии непрерывно?.....	346
Теория теплорода как источник представлений о «второсортности» теплоты как вида энергии.....	353
Когда КПД больше 100%	364
Сомнительные выводы из второго закона термодинамики, касающиеся Вселенной	370
Две части второго начала термодинамики. Принцип существования энтропии.....	371
Общее начало термодинамики.....	376
О принципе Ле-Шателье – Брауна	380
Второй закон термодинамики и направление природных процессов	383
Следует ли заключение об эволюции Вселенной из закона возрастания энтропии?.....	387
Проблема доказательства существования энтропии. К термодинамике без энтропии.....	404
К вопросу о необратимости природных процессов.....	412
О вечных двигателях второго рода	416
Заключение	426
ПОСЛЕСЛОВИЕ	430
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	432
Приложение 1. Письмо А. И. Вейнику.....	461
Приложение 2. Список опубликованных работ автора по теме монографии.....	466

Предисловие

Диалектико-материалистическим (сознательно-диалектическим [392]) называется теоретическое естествознание, которое создается в результате сознательного применения материалистической диалектики в естествознании.

Материалистическую диалектику создали Карл Маркс и Фридрих Энгельс в середине XIX века. Начало ее применению в естествознании, соответственно, начало созданию диалектико-материалистического естествознания положил Ф. Энгельс, однако его исследования не получили должного развития, и сегодня о них мало кто знает.

Ныне подавляющее большинство тех, кто работает в области естественных наук, не только не имеют никакого понятия о материалистической диалектике, но и не желают о ней ничего слышать, представляя ее какой-то оторванной от жизни схоластикой.

Поэтому, прежде чем говорить о материалистической диалектике и ее применении, автор хотел бы в какой-то мере развеять такого рода предубеждения, коротко рассказав о том, что побудило его изучить материалистическую диалектику и заняться исследованиями, результаты которых излагаются в настоящей монографии. Ведь было время, когда автор не видел никакой пользы в изучении марксистской философии, считая ее «гуманитарной наукой», совершенно бесполезной для его будущей работы исследователя-химика.

Автор, сын сельских учителей физики и математики, принадлежит к поколению, которое в раннем детстве на вопрос: «Кем будешь, когда вырастешь?», не задумываясь, отвечало: «Космонавтом!». В школьные годы увлекался математикой, физикой, химией. Читал научно-популярную литературу по математике и физике, которой дома было много, занимался во Всесоюзной заочной математической школе, украинской Республиканской заочной физико-математической школе, участвовал в олимпиадах для школьников. В 8-м классе на областной олимпиаде по математике занял третье место, по физике – второе, по химии – первое. В 9-м классе на областной олимпиаде по химии занял первое место, в 10-м – разделил первое-второе места, а на республиканской олимпиаде по химии получил диплом третьей степени.

После окончания школы поступил в Киевский политехнический институт на химико-технологический факультет. Выбрал специальность «Технология электрохимических производств», поскольку незадолго до поступления решил заниматься химическими источниками тока (ХИТ) и участвовать в решении проблемы электромобиля. Дипломную работу выполнял в области ХИТ с литиевым анодом и неводным электролитом (литиевых ХИТ). После окончания вуза начал работать в лаборатории литиевых ХИТ специализированного конструкторского бюро при

одном киевском заводе, где приступили к организации первого в СССР серийного производства ХИТ системы литий – диоксид марганца. Вскоре поступил в аспирантуру при КПИ без отрыва от производства. Тема диссертации, разумеется, была связана с литиевыми ХИТ.

Таким образом, несколько лет автор уверенно шел к тому, чтобы стать крупным специалистом в узкой области литиевых ХИТ, и, соответственно, к тому, чтобы данная книга никогда не была не то что написана, но и задумана.

Однако еще во время учебы в вузе автор стремился научиться разбираться в проблемах, иначе говоря, научиться мыслить. Известно, что не всегда эрудированный специалист способен решить нестандартную проблему, и наоборот, есть люди, знающие далеко не все, но умеющие хорошо использовать свои знания. Часто повторял про себя где-то услышанную мысль, что человек может набираться ума до 30-летнего возраста, поэтому, пока молодой, нужно учиться мыслить, интересовался разнообразными общими методами исследований.

Очень ценным в отношении обучения мышлению было сотрудничество со старшим научным сотрудником проблемной лаборатории кафедры технологии электрохимических производств Сергеем Леонидовичем Олейниковым. С ним можно было часами обсуждать различные вопросы, относящиеся к электрохимии, химии, физике. В ходе этих бесед автор постепенно вырабатывал привычку рассматривать каждое явление объективно, с разных сторон, во взаимосвязи с остальными, в развитии и т.п., и, таким образом, из 16-ти элементов диалектики, названных В. И. Лениным в «Конспекте «Науки логики»» из «Философских тетрадей» [60, с.202-203], в какой-то мере освоил более половины.

После окончания вуза автор продолжил самостоятельно изучать различные общие методы исследований и решения проблем (задач). Интересовался математическими методами планирования эксперимента, математическим моделированием, теорией информации. Изучал такие книги, как «Практическая физика» Дж. Сквайрса [533], «Математическое открытие» Д. Пойа [486], «Основы изобретательства» Г. С. Альтшуллера [76], «Вероятностная модель языка» и «Теория эксперимента» [437, 436] В.В. Налимова, «Практическое руководство по управлению качеством» Саката Сиро [522], «Имитационное моделирование систем – искусство и наука» [634] Р. Шеннона, «Наука и теория информации» [137], «Научная неопределенность и информация» [138] Л. Бриллюэна. Кроме того, читал книги об ученых (В. И. Вернадском [104], Л. Д. Ландау [377]) и книги выдающихся ученых («Эксперимент. Теория. Практика» П. Л. Капицы [302], «Поиски истины» А. Б. Мигдала [415]), главным образом все с той же целью – научиться мыслить, т.е. грамотно ставить и решать проблемы.

После того как прочитал «Рассуждения о методе» Декарта, осознал, что длительное время пытался найти какой-то универсальный

метод, универсальный подход к решению различных задач, встающих перед исследователем, работающим в области прикладной электрохимии. Однажды составил перечень составляющих такого универсального подхода: теория информации, феноменологический подход, принцип (метод) черного ящика, математическое моделирование, теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).

А еще написал, что не стоит утверждать: объект (например ХИТ) характеризуется рядом параметров, в нем протекают определенные процессы. Правильнее будет сказать: объект характеризуется набором передаточных функций $f_i(x_i)$, обобщением которых является функция $F(X)$, которую проще всего смоделировать так-то и так-то. С другой стороны, из теории следует такая-то модель. Если эти модели приводятся к одному виду, то теория верна.

Одним словом, размышляя только о том, как изучать объекты и явления, автор, как и большинство «чистых» исследователей, проникся позитивистскими взглядами на познание: мы имеем дело с результатами измерений (наблюдений) и никогда точно не узнаем, что за ними скрывается. Если бы автор работал в каком-нибудь научно-исследовательском институте (НИИ), возможно, его умственное развитие на этом и остановилось бы. Он бы проводил исследования, обобщал их результаты в математических моделях и гордился своим умением делать опыты и писать статьи в специальные журналы. А если бы кто-то высказал сомнения в предлагаемых моделях, автор ответил бы ему, что «после хорошо известных работ К. Поппера... и в чисто философском плане стало ясно, что роль эксперимента в науке ограничена: гипотеза никогда не может быть подтверждена экспериментально» [439, с.116], что «результаты изучения механизма явлений следует представлять не одной, а множеством моделей» [там же, с.118] или в таком духе.

Однако автор работал в СКБ при заводе, в тесном контакте с производственниками, которым нужны были практические рекомендации по повышению качества продукции, устранению брака и т.п. Соответственно, исследования, которыми занимался автор, не могли заканчиваться формулами, графиками и математическими моделями, в которых фигурируют измеряемые параметры ХИТ. Нужно было выяснять, что происходит в ХИТ в различных условиях, какими причинами обусловлен разброс их параметров, какими процессами обусловлен дрейф параметров во времени, и разрабатывать практические рекомендации для производства, отдавая себе отчет в том, что причины и процессы точно установить невозможно. И здесь перед автором с очевидностью встала диалектика относительной и абсолютной истины, образно выраженная В. И. Лениным: «Человек в темной комнате может крайне неясно различать предметы, но если он не наткнется на мебель и не идет в зеркало, как в дверь, то, значит, он видит кое-что правильно.

Нам не нужно поэтому ни отказываться от претензий проникнуть глубже, чем поверхность природы, ни претендовать на то, что мы уже сорвали все покровы тайны с окружающего нас мира» [57, с.292]. Действительно, точно неизвестны все процессы, протекающие в ХИТ при хранении и разряде. Но если причина таких-то отказов установлена более-менее определенно и если устранение этой причины привело к снижению числа отказов, то можно утверждать, что представления о причине отказов соответствуют действительности.

Другие обстоятельства работы тоже прямо-таки подталкивали автора к освоению материалистической диалектики.

Поскольку ХИТ, с которыми приходилось иметь дело, были довольно миниатюрными (диаметром 23, высотой 2,5 мм), а из-за использования неводного электролита процессы в них протекали с невысокой скоростью, такой обычный параметр ХИТ, как напряжение при подключении нагрузки, заметно изменялся в процессе измерения. Оказалось, что ХИТ, хотя и маленький, но не микроскопический, обладает свойством, которое, по мнению многих физиков и философов, присуще только квантовым объектам – измерительный прибор влияет на его параметры¹.

В связи с влиянием прибора на ХИТ возникла проблема интерпретации напряжения ХИТ при прохождении тока. Традиционное представление этой величины как разницы электродвижущей силы токообразующей реакции и произведения тока на внутреннее сопротивление не годилось.

Далее, в связи с тем, что в условиях производства была возможность проводить измерения на больших партиях ХИТ, можно было определять не только средние значения параметров и их рассеяние, но и строить гистограммы распределения параметров. Оказалось, что распределение некоторых параметров заметно отличается от нормального закона распределения. Соответственно, нельзя было рассматривать средние значения параметров как истинные, а их рассеяние как результат влияния случайных факторов, как это очень часто принимается.

И, наконец, в условиях производства обычная оптимизация, направленная на улучшение какого-то одного параметра изделия, не годилась, т.к. параметров, которые нужно было улучшать, было много.

Возникали и другие проблемы, к которым не знал, как подступиться.

¹ «Несомненно, в квантовой механике наблюдается принципиально новая роль прибора. Прибор в процессе эксперимента оказывает влияние на объект» (М. Б. Митин) [600, с.23]. «Атомная физика показала принципиальную невозможность исключить взаимодействие микрообъекта (например, электрона) с прибором, вследствие чего оказывается невозможным одновременное определение координаты и скорости микрообъекта...» (М. В. Волькенштейн) [181, с.15].

Следует заметить, что над многими сложными вопросами автор размышлял не в последнюю очередь потому, что стремился быть достойным выпускником кафедры технологии электрохимических производств КПИ, преподаватели которой воспитывали у студентов очень ответственное отношение к научным исследованиям. Кроме того, никогда не забывал, что был аспирантом-заочником выдающегося ученого, члена-корреспондента АН УССР, профессора Л. И. Антропова, значит, исследования должен был проводить на высоком научном уровне.

А еще автору очень повезло в том отношении, что он начал работать в новой области прикладной науки и производства и в недавно созданной лаборатории. Из-за новизны области исследований имелось множество нерешенных проблем, причем таких, для которых не было готовых решений. А так как начал работать в лаборатории литевых ХИТ через год после ее создания, то, проявив инициативу, стал заниматься всеми проблемами ХИТ, хотя по должности был простым инженером. Разумеется, если бы начал работать в каком-нибудь НИИ, в существующей несколько лет исследовательской группе, то, скорее всего, сначала, как молодой специалист, пару лет изучал бы какой-то один процесс или влияние какого-то одного фактора на какой-то один параметр ХИТ. Источником в целом стал бы заниматься только после того, как дорос бы до руководителя лаборатории. А материалистическую диалектику, наверное, никогда бы не освоил...

Ведь, хотя автор изучал в вузе и диалектический, и исторический материализм, длительное время он относился к философии как к чему-то ненужному. Однако после окончания вуза, так сказать, активного неприятия философии не было. Дело в том, что на третьем курсе семинары по историческому материализму в учебной группе, в которой учился автор, вел молодой преподаватель Борис Владимирович Новиков, который заставил его задуматься: если такие гениальные люди, как Маркс, Энгельс, Ленин, столько внимания уделяли философии, то, по-видимому, в ней что-то есть и нужно будет когда-то ею заняться.

И вот, ознакомившись с математическими методами планирования эксперимента, математическим и имитационным моделированием, теорией информации, ТРИЗ, книгами выдающихся физиков и о выдающихся физиках, «Рассуждением о методе» Декарта и не найдя в них ответы на возникшие в ходе работы вопросы, автор прочитал популярную книжечку для школьников Генриха Волкова о Марксе и марксизме «Путь гения» [179]. И понял, что следует заняться изучением марксистской философии, поскольку диалектический материализм, материалистическая диалектика — это и есть тот самый универсальный метод познания, который автор так долго искал.

Так совпало, что вскоре после этого автор начал посещать семинары по диалектическому материализму для соискателей, которые вел

его бывший преподаватель Б.В. Новиков, к тому времени – зам. зав. кафедры философии КПИ по науке. В отличие от большинства соискателей, автор рассматривал эти семинары не как бесполезную трату времени, а как возможность пополнить недостающие знания и разобраться в сложных вопросах, встающих перед исследователем. Он строго следовал указанию, которое Борис Владимирович давал соискателям: не читать учебники по диалектическому материализму; в качестве учебников для начала использовать пятьдесят томов Сочинений К. Маркса и Ф. Энгельса, пятьдесят пять томов Полного собрания сочинений В. И. Ленина, «Философскую энциклопедию», а также книги Э. В. Ильенкова, В. А. Босенко, П. В. Копнина, Г. С. Батищева и еще нескольких авторов.

Один любопытный факт. После первой лекции, прочитанной Б. В. Новиковым для соискателей, автор подошел к нему, обсудил декартовское «*Cogito, ergo sum*», другие вопросы и, кроме прочего, рассказал о книге В. В. Налимова «Вероятностная модель языка». Борис Владимирович посоветовал прочитать «Основные проблемы социологии мышления» К. Р. Мегрелидзе [409], заявив: «После этого вы забудете Налимова!». Такое заявление автора крайне удивило – ведь сам Новиков не читал книгу Налимова! Но тот оказался прав. Знакомясь с книгой К. Р. Мегрелидзе, автор, так сказать, воочию увидел, что такое подлинная научная философия, на фоне которой все его бывшие кумиры – Налимов, Бриллюэн, Вернадский и др. – смотрелись как кустари-одиночки в области научных методов теоретического мышления.

А еще на одной из своих лекций Б. В. Новиков упомянул «Письма об изучении природы» А. И. Герцена и, как помнится, поставил их в каком-то отношении даже выше «Диалектики природы» Ф. Энгельса. Потом автор с огромным интересом и удовольствием прочитал эти «Письма...», а сейчас убежден в том, что знакомство с научной философией – диалектическим материализмом – физикам, химикам, биологам следует начинать именно с работ А. И. Герцена (см. [278] и гл. 1).

Реферат по философии, который нужно было подготовить перед сдачей кандминимума по диалектическому материализму, автор, пользуясь тем, что Б. В. Новиков позволял соискателям предлагать свои темы для рефератов, написал на тему «Некоторые гносеологические проблемы математического моделирования», которая позволяла подвести итоги трехлетних размышлений. В ходе работы над рефератом сделал для себя открытие: подобно понятию и закону природы, математическая модель – форма отражения объекта в сознании человека. Кстати, не следует недооценивать значимость этого «открытия»: того, что понял аспирант-заочник, не понимали известные ученые. Так, В. В. Налимов видел в математической модели абсолютную противоположность закону природы [436, с.13]. А. Г. Ивахненко, наобо-

рот, отождествлял математическую модель и закон природы, утверждал, будто машина может открывать законы природы [269, с.36].

После сдачи кандминимума по диалектическому материализму автор продолжил чтение книг по марксистской философии, размышлял над прочитанным, записывал вопросы, на которые не мог самостоятельно найти ответы, обсуждал эти вопросы с Б. В. Новиковым, который, таким образом, уже более 20 лет является научным консультантом автора по философии. Разумеется, все идеи, излагаемые в настоящей монографии, а также все работы в области философии, опубликованные автором, обсуждались с Борисом Владимировичем.

Видя в материалистической диалектике универсальный метод познания, автор некоторое время не встречал проблем, для решения которых ее можно было применить в полной мере. Ведь для подавляющего большинства задач, с которыми сталкивается инженер-исследователь, достаточно той диалектики, которая нашла воплощение в ТРИЗ (изобретение есть разрешение технического противоречия), а зачастую и той, которой владеет любой умный человек (даже теоретически безграмотный), и которая выражается сентенциями вроде: «все течет, все меняется», «все связано со всем», «все хорошо в меру» и т.п.

И вдруг в октябре 1983 года автору в руки случайно попала книга члена-корреспондента АН Белорусской ССР А. И. Вейника «Термодинамика» (3-е издание) [169], после ознакомления с которой обнаружилась проблема, для решения которой материалистическую диалектику необходимо было использовать в полной мере. Коротко проблему можно сформулировать так: есть основания считать, что классическая термодинамика, вопреки общепринятому мнению, не является совершенной наукой, нельзя исключать того, что ряд важнейших положений этой науки, которые большинству представляются истинами в последней инстанции, в действительности являются ложными.

Осознавая масштаб и сложность проблемы, автор занимался ею очень тщательно. Неспешно прорабатывал труды классиков термодинамики, курсы термодинамики, какие смог найти в крупнейших библиотеках Киева, книги по истории физики, статьи. Кроме того, первое время много внимания уделял повышению своего общетеоретического уровня – прорабатывал книги Ф. Энгельса [10, 14, 18], В. И. Ленина [57, 60], Э. В. Ильенкова [287, 288, 284, 286], В. А. Босенко [134, 135], П. В. Копнина [339, 340, 341], Г. С. Батищева [106] и другие (например [338, 578]). Основные результаты исследований автора в области оснований термодинамики были опубликованы в 1997-1998 гг. в журнале «Марксизм и современность» – в статье «Основанный на старых идеях Фридриха Энгельса новый взгляд на проблему тепловой смерти Вселенной» [271]. В расширенном виде эти результаты излагаются в последней главе монографии.

Разумеется, автор занимался термодинамикой в свободное от работы время. А на работе продолжал исследования литиевых ХИТ, намеревался написать и защитить кандидатскую диссертацию по прикладной электрохимии. Знание материалистической диалектики применил и в этой области. Размышлял о том, как разнообразные сведения о ХИТ (данные литературы, испытаний, анализа отказов) объединить в единое целое, на основе которого можно было бы принимать решения о направлениях усовершенствования ХИТ, автор осознал, что здесь можно использовать метод восхождения от абстрактного к конкретному – тот самый, с помощью которого Маркс проводил исследования в области политэкономии и который нашел воплощение в «Капитале» (см. гл. 4).

Занимаясь проблемой тепловой смерти Вселенной, автор подумывал о том, что следует показать необоснованность и теории Большого взрыва, которая дополняет гипотезу тепловой смерти Вселенной утверждением о ее начале. Окончательно решился взяться за эту тему после того, как ознакомился с изложением доклада В.С. Троицкого «Экспериментальные свидетельства против космологии Большого взрыва» [575], в котором убедительно демонстрировалась несостоятельность опытных подтверждений современной релятивистской космологии. Результаты проведенных автором исследований были опубликованы в статьях [273, 274, 275], на основе которых написана шестая глава монографии.

В период интенсивного изучения термодинамики автор однажды решил на время отвлечься от проблемы тепловой смерти Вселенной и рассмотреть другую нерешенную проблему – парадокс Гиббса, который был сформулирован более века назад, для которого известно более пятидесяти решений (объяснений), однако дискуссии по поводу него продолжают и сегодня. Полагал, что для человека, освоившего метод материалистической диалектики, эта проблема не может быть неразрешимой. Действительно, не прошло и месяца, как обнаружил в этом парадоксе ряд аспектов, на которые никто никогда не обращал внимания, благодаря чему получил не просто очередное решение, а результаты, которые позволили существенно прояснить проблему и служат ключом к пониманию этого парадокса и причин безуспешности поисков решения (см. гл. 5).

Поскольку автор долго и скрупулезно изучал «Диалектику природы», со временем пришел к выводу, что ее содержание в литературе излагается, как правило, ошибочно, а ее значение для развития естествознания до сих пор должным образом не оценено. К 75-летию первой публикации этой книги написал о ней статью [272], которая послужила основой для второй главы.

В 1998 году автор познакомился с работами В. А. Ацюковского [90, 92, 93], а благодаря им – с работами А. К. Тимирязева и

В. Ф. Миткевича, а также ряда других забытых сегодня авторов. Все это дало возможность автору прийти к оценке развития теоретической физики в XX веке, существенно отличающейся от общепринятой и в общем совпадающей с оценкой В. А. Ацюковского: в теоретической физике XX века господствуют ошибочные воззрения, в том числе идеализм и позитивизм (см. [276, 277]), из-за чего она не одно десятилетие топчется на месте (или ходит по кругу).

Осенью 2005 года автор составил список своих философских работ (см. приложение 2) и с некоторым удивлением обнаружил, что все они посвящены одной теме: применению материалистической диалектики в естествознании. Затем сделал для себя сборник этих работ, в котором распределил их по разделам: «Программные работы – тезисы, декларации», «Разъяснение значения материалистической диалектики для естествознания», «Применение материалистической диалектики для развития теоретического естествознания», «Ответы на критику». Когда показал сборник Б. В. Новикову, тот предложил подготовить сборник к печати, а спустя некоторое время – переделать сборник в монографию. Работая над монографией, автор заново написал третью главу, в которой рискнул изложить материалистическую диалектику с точки зрения того, кто ее использует в теоретических исследованиях в области естествознания.

Таким образом, в настоящей монографии обобщен более чем 20-летний опыт применения материалистической диалектики в различных исследованиях, а также изучения истории ее применения в естествознании.

Монография не имеет никакого отношения к так называемым «философским вопросам (проблемам) физики», по которым в СССР, начиная со второй половины 50-х гг. XX в., были написаны горы литературы. По мнению автора, подавляющее большинство работ этого жанра написаны теми, кто были неспособны развивать ни философию, ни физику, однако, желая слыть теоретиками, излагали в популярной форме общеизвестные положения диалектики, иллюстрируя их тем, что успели запомнить из курсов физики.

В первых трех главах монографии речь идет о возникновении материалистической диалектики, ее сути и основах ее применения в естествознании.

В остальных главах излагаются результаты исследований автора, проведенных с использованием материалистической диалектики.

Думается, монография дает достаточно полное начальное представление о том, что такое материалистическая диалектика и зачем она нужна физикам. Можно надеяться, книга будет полезной не только физикам...

Глава первая

А. И. Герцен о значении философии для естествознания

Предварительные замечания

Прежде чем применять материалистическую диалектику в теоретическом естествознании (физике, химии, биологии), ее необходимо изучить. А приступая к изучению, следует иметь какое-то начальное представление о том, что такое материалистическая диалектика и зачем она нужна физикам, химикам, биологам. Такое представление, по мнению автора, можно лучше всего получить, знакомясь с философскими сочинениями А. И. Герцена – «Письмами об изучении природы» и другими (см. например [202]).

В. И. Ленин писал о Герцене:

«В крепостной России 40-х годов XIX века он сумел подняться на такую высоту, что встал вровень с величайшими мыслителями своего времени. Он усвоил диалектику Гегеля. Он понял, что она представляет из себя «алгебру революции». Он пошел дальше Гегеля, к материализму, вслед за Фейербахом. Первое из «Писем об изучении природы» – «Эмпирия и идеализм», – написанное в 1844 году, показывает нам мыслителя, который, даже теперь, головой выше бездны современных естествоиспытателей-эмпириков и тьмы тем нынешних философов, идеалистов и полуидеалистов. Герцен вплотную подошел к диалектическому материализму...» [59, с. 256].

Эти слова Ленина актуальны и сегодня. Даже в начале XXI века Герцен как мыслитель на голову выше бездны современных естествоиспытателей-эмпириков и сотен тысяч нынешних философов – идеалистов и позитивистов. Нужно только уточнить, что слова «Герцен вплотную подошел к диалектическому материализму» следует понимать не как «оказался рядом с диалектическим материализмом», а как «сформулировал множество положений диалектического материализма».

Очень хорошо о «Письмах об изучении природы» высказался Г. В. Плеханов:

«Легко можно подумать, что они написаны не в начале 40-х годов, а во второй половине 70-х, и притом не Герценом, а Энгельсом. До такой степени мысли первого похожи на мысли второго» [485, с. 703].

Таким образом, изучая работы Герцена, можно знакомиться с идеями диалектического материализма ¹. Да еще получать при этом

¹ А также с историей философии. «Изложение Герценом истории философии по своей глубине и выводам представляет лучшее, что было написано по этому вопросу до появления марксистской теории» [626, с.70].

эстетическое удовольствие. Ведь А. И. Герцен был не только глубоким мыслителем, но и замечательным русским писателем — его «Письма об изучении природы» читаются, как художественное произведение. И дело не только в том, что Герцен умел глубокие идеи излагать почти в художественной форме ¹. Сам жанр «Писем к друзьям» эстетически намного привлекательнее полемического жанра, в котором написаны главные философские произведения классиков диалектического материализма — «Анти-Дюринг» Ф. Энгельса и «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленина.

Но эстетические достоинства философских сочинений А. И. Герцена не заслоняют их содержания. А в этом содержании наиболее ценным сегодня, на наш взгляд, является разъяснение значения философии для естествознания. В «Письмах об изучении природы» очень хорошо — возможно даже лучше, чем у любого другого автора — объясняется, зачем физикам, химикам, биологам, которых не интересуют так называемые философские вопросы естествознания, нужна философия, и какая именно философия нужна.

Герцен об отношении естествоиспытателей к философии и о недостатках естествознания

Об отношениях современной ему идеалистической диалектической философии и естествознания (естествоведения) Герцен писал так:

«Одна прорицала тайны с какой-то недостижимой высоты, другое смиренно покорялось опыту и не шло далее; друг к другу они питали ненависть ²; они выросли в взаимном недоверии; много предрассудков укоренилось с той и другой стороны; столько горьких слов пало, что при всем желании они не могут примириться до сих пор. Философия и есте-

¹ Герцен-писатель однажды заметил: «Немцы привыкли читать в поте лица тяжелые философские трактаты. Когда им попадается в руки книга, от которой не трещит лоб, они думают (или, правильнее, думали лет двадцать тому назад), что это — пошлость» [202, с.398].

Любопытно, что Фридрих Энгельс, произведения которого отличаются ясностью и четкостью изложения, однажды употребил выражение «наказание читать Гегеля» («Я не хочу избавлять этих господ от наказания читать Гегеля» [52, с.105]).

² Например, известный биолог М.Я. Шлейден писал в 1844 г., что «Философия природы» Гегеля «образует цепь грубейших эмпирических ошибок, жалкую критику или собрание цитат, приведенных без всякой оценки» (цит. по: [458, с.615]). Известный физик Г. Гельмгольц выразился так: «Гегелевская натурфилософия является абсолютно бессмысленной, по крайней мере для естествоиспытателей» (цит. по: [458, с.616]). Резко критически высказывались о натурфилософии и о философии Гегеля также Р. Майер, Ю. Либих, А. Гумбольдт, К. Гаусс, Э. Геккель, Л. Больцман (см. [458, с.614-617]).

ествоведение отстрашивают друг друга тенями и привидениями, наводящими, в самом деле, страх и уныние. Давно ли философия перестала уверять, что она какими-то заклинаниями может вызвать сущность, отрешенную от бытия? всеобщее, существующее без частного, бесконечное, предшествующее конечному, и проч.? Положительные науки имеют свои маленькие привиденьица: это силы, отвлеченные от действий, свойства, принятые за самый предмет, и вообще разные кумиры, сотворенные из всякого понятия, которое еще не понятно: *exemplia gratia* (например (лат.) – ред.) – жизненная сила, эфир, теплотвор, электрическая материя и проч. Все было сделано, чтоб не понять друг друга, и они вполне достигли этого» [202, с. 221-222].

«Между тем, – продолжает Герцен, – стало уясняться, что философия без естествоведения так же невозможна, как естествоведение без философии» [там же, с.222], и затем подробно разъясняет эту мысль:

«Для того чтоб убедиться в последнем, взглянем на современное состояние физических наук. Оно представляется самым блестящим; о чем едва смели мечтать в конце прошлого столетия, то совершено или совершается перед нашими глазами. Органическая химия, геология, палеонтология, сравнительная анатомия распустились в наш век из небольших почек в огромные ветви, принесли плоды, превзошедшие самые смелые надежды... Сверх теоретических успехов, успехи физических наук имеют громкие доказательства вне кабинетов и академий; они окружили вместе с механикой, каждый шаг нашей жизни открытиями и удобствами...

Казалось бы, после этого естествоведению остается торжествовать свои победы и, в справедливом сознании великого совершенного, трудиться, спокойно ожидая будущих успехов; на деле не совсем так. Внимательный взгляд без большого напряжения увидит во всех областях естествоведения какую-то неловкость; им чего-то недостает, чего-то, не заменяемого обилием фактов; в истинах, ими раскрытых, есть недомолвка. Каждая отрасль естественных наук приводит постоянно к тяжелому сознанию, что есть нечто неуловимое, непонятное в природе; что они, несмотря на многостороннее изучение своего предмета, узнали его почти, но не совсем, и именно в этом, недостающем чем-то, постоянно ускользающем, предвидится та отгадка, которая должна превратить в мысль и, следственно, усвоить человеку непокорную чуждость природы¹... Ни один из великих естествоиспытателей не мог спокойно пренебрегать этой неполнотой своей науки; таинственное *ignotum* (неведомое (лат.). – Ред.)

¹ Эти слова Герцена вполне применимы и к современному естествознанию. Хотя практические успехи современного естествознания, воплотившиеся в технике, несравнимы с достижениями естествознания первой половины XIX века, и сегодня можно сказать, что естественные науки узнали природу «почти, но не совсем». Дискуссии по принципиальным вопросам квантовой механики, проблемам создания единой теории поля, по проблеме необратимости продолжают много десятилетий, и прогресс в них незаметен.

мучило их; они относили к одному недостатку фактических сведений не-уловимость его» [202, с.222–224].

Обрисовав положение дел в естествознании, А.И. Герцен делает вывод:

«Мы думаем, что, сверх этого недостатка, **им мешает всего более робкое и бессознательное употребление логических форм.** Естествоиспытатели никак не хотят разобрать отношение знания к предмету, мышления к бытию, человека к природе; они под мышлением разумеют способность разлагать данное явление и потом сличать, наводить, располагать в порядке найденное и данное для них; критериум истины вовсе не разум ¹, а одна чувственная достоверность, в которую они верят; им мышление представляется действием чисто личным, совершенно внешним предмету. **Они пренебрегают формой, методом,** потому что знают их по схоластическим определениям. Они до того боятся систематики учения, что даже материализма не хотят *как учения*; им бы хотелось относиться к своему предмету совершенно эмпирически, страдательно, наблюдая его; само собой разумеется, что для мыслящего существа это так же невозможно, как организму принимать пищу, не претворяя ее. Их мнимый эмпиризм все же приводит к мышлению, но к мышлению, в котором метода произвольна и лична» (выделено мной – В.И.) [202, с.224].

В этом же «Письме» Герцен дает более подробную критику мышления естествоиспытателей.

«Факт, бросающийся с первого взгляда в физических науках, состоит в том, что естествоиспытатели только говорят, что они не выходят из эмпирии, а в сущности они почти никогда не остаются в ней... Естествоиспытателям, так громко и непрерывно превозносящим опыт, в сущности, описательная часть скоро надоедает. Им явным образом не хочется оставаться при одном добросовестном перечне; они чувствуют, что это не наука, стремятся замешать мышление в дело опыта, осветить мыслию то, что в нем темно, и тут обыкновенно они запутываются и теряются в худо понятых категориях, идут зря, не дают отчета в своих действиях... **Но зачем же они употребляют логические действия, не давая себе отчета в их смысле?»** (выделено мной – В.И.) [202, с.229–230].

«Натуралисты готовы делать опыты, трудиться, путешествовать, подвергать жизнь опасности, но не хотят дать себе труда подумать, порассуждать о своей науке... **Боязнь ввериться мышлению и невозможность знать**

¹ Д. И. Чесноков отмечал: «Правда, Герцен здесь еще кое-где сохраняет идеалистическую терминологию. Сущность явлений, многообразные связи в природе он часто называет «идеей, существующей в многообразии», «скрытой мыслью, которая волнует и движет природу» и неминуемо должна стать «явной» мыслью – мыслью человека. Но эта идеалистическая терминология не исключает материалистического существа его мировоззрения» [626, с.69].

«Критериум истины – вовсе не разум, а одна чувственная достоверность» – пример идеалистической терминологии.

без мышления отразилась в их теориях: они личны, шатки, неудовлетворительны; каждое новое открытие грозит разрушить их; они не могут развиваться, а заменяются новыми» (выделено мной – В.И.) [202, с.235].

Герцен также дает довольно подробную критику физических теорий первой половины XIX века.

Физика, пишет он, «представляет торжество ипотетических объяснительных теорий (т. е. таких, о которых вперед знают, что они – вздор). С самого начала в физике гибнет эмпирический предмет; являются одни общие свойства: материя, силы; потом вводятся какие-то внешние агенты: электричество, магнетизм и пр.¹, даже бедную теплоту попробовали олицетворить – в теплотворе², – греческий антропоморфизм природы, только сухой, неизящный. А теория света? Две противоположные теории света, обе опровергаемые, обе признанные, потому что есть явления, которые объясняются по одной, а другие по другой!³ И как его ни определяют: и жидкостью, и силой, и невесомым! Почему он жидкость, когда невесомый, – да такая легкая жидкость? Отчего же гранит не считать претяжелой жидкостью? И что за жалкое определение невесомости! Свет, сверх того, и не пахучее? *Сила* – тоже не лучше! Почему не сказать: свет – действие?⁴ На силу все можно свести как на достаточную причину явлений. Отчего звука никто не называет ни жидкостью, ни силой (хотя Гассенди и толковал об атомах звука)? Отчего никто не называет очертания тела невесомой формой его? На это возразят, что форма присуща телу, звук – сотрясение воздуха. А разве кто-нибудь видел все общество *imponderabilium* (невесомых (лат.) – ред.) вне тел, так – самих по себе? – «Да это все одни временные определения для того, чтобы как-нибудь не растеряться; мы сами этим теориям не придаем важности». Очень хорошо, но ведь когда-нибудь надобно же и серьезно заняться смыслом явлений; нельзя все шутить; принимая для практической пользы неосновательные ипотезы, наконец, совершенно собьемся с толку. Эта метода делает страшный вред учащимся, давая им *слова* вместо понятий, убивая в них вопрос ложным удовлетворением. «Что есть электричество?» – «Невесомая жидкость». Не правда ли, что лучше было бы, если б ученик отвечал: «Не знаю?»...» [202, с.231].

Герцен дает хорошую характеристику особенностей мышления многих физиков (а также химиков, биологов), сохраняющую злободневность и сегодня:

«Цеховые ученые и философы приобретают известный круг понятий, известную рутину, из которой не могут выйти. Учениками еще принима-

¹ А сегодня – поля: электромагнитное, электрон-позитронное, нуклонные, мезонные и др.

² И это написано в то время, когда немного физиков сомневалось в существовании теплорода (теплотвора)!

³ Сегодня такая ситуация возведена в принцип – принцип дополнительности.

⁴ «Свет – действие» – почти как «свет – вид энергии».

ют они на веру основные начала и никогда не думают более об них: они уверены, что покончили с ними, что это — азбука, на которую смешно и не нужно обращать внимания. Из поколения в поколение передаются схоластические определения, разделения, термины и сбивают чистый и прямой смысл начинающего, закрывая ему надолго, — часто навсегда — возможность отделаться от них» [202, с.238].

Приведем два примера, подтверждающие актуальность последнего утверждения.

Все физики пользуются понятием энергии, следовательно, должны знать его содержание и уметь его разъяснять. Но вот что можно прочесть в «Физическом энциклопедическом словаре»:

«Энергия... — общая количеств. мера движения и взаимодействия всех видов материи. Э. не возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую... В соответствии с разл. формами движения материи рассматривают различные формы Э.: механич., внутр., эл.-магн., хим., ядерную и др.» [590, с.903].

Эти суждения вызывают множество вопросов. Если энергия — общая количественная мера движения, то что должны означать выражения «энергия не возникает и не исчезает», «может только переходить из одной формы в другую», «различные формы энергии — механическая, внутренняя и т.п.»? Что, общая количественная мера не исчезает, а лишь переходит из одной формы в другую? И что такое «различные формы» «общей количественной меры» — энергии? ¹

В том же «Физическом энциклопедическом словаре» о другом широко используемом понятии, работе, сказано так:

«Работа силы, мера действия силы, зависящая от численной величины и направления силы и от перемещения точки ее приложения» [там же, с.600].

Далее описывается способ вычисления величины работы силы, приводятся соответствующие формулы. Затем утверждается:

«Р. в термодинамике — обобщение понятия «Р. в механике»... Р. термодинамич. системы над внешними телами заключается в изменении состояния этих тел и определяется количеством энергии, передаваемой системой внеш. телам при изменении внеш. параметров системы» [там же].

Здесь тоже трудно что-то понять. Начнем с того, что то, что сказано о работе силы — это слишком широкое определение (работа силы — мера действия силы) плюс способ вычисления работы силы. Да-

¹ В этом же словаре есть фраза: «Понятие энергии связывает воедино все явления природы» [590, с.903]. (Эта фраза есть и в школьном учебнике [149, с.46]). Понятие связывает явления! И сегодня кто-то будет говорить о засилье диалектического материализма в СССР?

лее, непонятно, как соотносить работу силы и работу термодинамической системы. Работа силы, согласно первому определению, это мера действия силы, т.е. некая физическая величина. Тогда как понимать выражение «работа термодинамической системы над внешними телами заключается в изменении состояния этих тел»? Мера действия **заключается** в изменении состояния? Как соотносить понятия термодинамической системы и силы, если понятие «работа термодинамической системы» является обобщением понятия «работа силы»?

В полном соответствии с принципами диалектико-материалистической теории познания Герцен утверждал: «...для того, чтоб понять современное состояние мысли, вернейший путь — вспомнить, как человечество дошло до него...» [202, с.254]. А также категорически заявлял: «Ничего не может быть ошибочнее, как отбрасывать прошедшее, служившее для достижения настоящего, будто это развитие — внешняя подмостка, лишенная всякого внутреннего достоинства» [202, с.253-254].

Между тем такого рода отбрасывание — обычное дело в современных курсах физики. Например, в самом начале первого параграфа первой главы книги «Теория поля» Л. Д. Ландау и М. А. Лившица провозглашается: «Опыт показывает, что имеет место так называемый *принцип относительности*. Согласно этому принципу все законы природы одинаковы во всех инерциальных системах отсчета» [368, с.9]. Какой опыт? Насколько доказательно он это показывает? — об этом читателю не сообщается. Читатель должен поверить авторам курса на слово. Разумеется, если бы курс предназначался для техников, которые производят расчеты по утвержденным формулам, такое начало было бы вполне уместным. Но курс предназначен для будущих физиков-теоретиков. А если будущий ученый с юных лет усваивает лишь то, что теория относительности (или квантовая механика) является истинной, не зная о том, что предшествовало ее появлению, не задумываясь о том, с какими допущениями и упрощениями связано создание этой теории, то в зрелом возрасте он заявляет: «Разумеется, никто и ничто не только не опровергнет, но и не поколеблет теорию относительности и квантовую механику — эти основы современной физики» [208, с.340], и этим, по сути, пытается остановить дальнейшее развитие науки.

Герцен о значении философии для естествознания и об основном вопросе философии

Герцен категорически заявляет:

«Странное положение естественных наук относительно мышления долго продолжаться не может: они до того богатеют фактами, что нехотя взгляд их делается яснее и яснее. Они неминуемо должны, наконец, будут

откровенно и не шутя решить вопрос об отношении мышления к бытию, естествоведения к философии и громко высказать возможность или невозможность ведения истины, признать, что голова человека так устроена, что ей только *мерещится истина, кажется* такую, что она не может вполне знать или знает только субъективно, что, следственно, знание человеческое — какое-то родовое безумие, и тогда с Секстом Эмпириком должно сложить руки и, хладнокровно улыбаясь, сказать: «Какой вздор все это!» — или понять все отталкивающее такого взгляда, понять, что **разумение человека — не вне природы, а есть разумение природы о себе, что его разум есть разум в самом деле единый, истинный, так, как все в природе истинно и действительно в разных степенях, и что, наконец, законы мышления — сознанные законы бытия, что, следственно, мысль нисколько не теснит бытия, а освобождает его; что человек не потому раскрывает во всем свой разум, что он умен и вносит свой ум всюду, а напротив, умен оттого, что все умно; сознав это, придется отбросить нелепый антагонизм с философией»** (выделено мной — В.И.) [202, с.237].

Вызывает восхищение, как Герцен кратко, в одном предложении, словно между прочим, сформулировал важнейшие положения диалектико-материалистической теории познания, выделенные нами жирным шрифтом.

Теперь обратим внимание на имеющееся в последнем фрагменте выражение «вопрос об отношении мышления к бытию».

Вопрос об отношении мышления к бытию в марксизме называется основным вопросом философии.

«Великий основной вопрос всей, в особенности новейшей, философии есть вопрос об отношении мышления к бытию» [18, с.282], «о том, что является первичным: дух или природа» [там же, с.283], — писал Ф. Энгельс. «Философы разделились на два больших лагеря сообразно тому, как отвечали они на этот вопрос. Те, которые утверждали, что дух существовал прежде природы, и которые, следовательно, в конечном счете, так или иначе признавали сотворение мира, — а у философов, например у Гегеля, сотворение мира принимает нередко еще более запутанный и нелепый вид, чем в христианстве, — составили идеалистический лагерь. Те же, которые основным началом считали природу, примкнули к различным школам материализма» [там же].

Приверженцы разных родов позитивистской философии, которые задавали тон среди физиков в XX в., отрицают существование основного вопроса философии. Когда в СССР во второй половине 80-х гг. XX в. началась подготовка реставрации капитализма (так называемая перестройка), она охватила и философию. Был выпущен учебник, в котором можно прочитать следующее:

«Изучающим философию, а порой и тем, кто профессионально работает в данной области, бывает нелегко понять, почему и в каком именно смысле вопрос о соотношении материального и духовного является для

философии основным и так ли это на самом деле. Философия существует более двух с половиной тысяч лет, и в течение долгого времени этот вопрос ни прямо, ни косвенно, как правило, не ставился философами» [162, с.43].

Между тем и выражение «вопрос об отношении мышления к бытию», которое Герцен употребил раньше Энгельса, и его материалистическое решение Герценом демонстрирует как близость воззрений Герцена диалектическому материализму, так и ложность утверждения, будто «в течение долгого времени этот вопрос... не ставился философами» [162, с.43]. Кстати, это утверждение наглядно демонстрирует, в каком направлении (антимарксистском, позитивистском) реформировали (? – деформировали!) философию «перестройщики».

«Но вопрос об отношении мышления к бытию имеет еще и другую сторону: как относятся наши мысли об окружающем нас мире к самому этому миру? В состоянии ли наше мышление познавать действительный мир, можем ли мы в наших представлениях и понятиях о действительном мире составлять верное отражение действительности?» [18, с.283] – писал Ф. Энгельс.

Материалистическое решение основного вопроса философии утверждает познаваемость мира и отрицает агностицизм – точку зрения о принципиальной непознаваемости мира. Герцен тоже критикует агностицизм.

«Многие принимают науку за нечто внешнее предмету, за дело произвола и вымысла людского, на чем они основывают недействительность знания, даже невозможность его... Откуда и как могло бы явиться сознание внешнее природе и, следовательно, чуждое предмету? Человек – не вне природы и только относительно противоположен ей, а не в самом деле; если бы природа действительно противоречила разуму, все материальное было бы нелепо, нецелеобразно. Мы привыкли человеческий мир отделять каменной стеной от мира природы, – это несправедливо...

Все стремления и усилия природы завершаются человеком; к нему они стремятся, в него впадают они, как в океан. Что может быть смелее предположения, что последний вывод, венчающий все развитие природы, – человеческое сознание – в разногласии с нею? Все в мире стройно, согласно, целеобразно – одна мысль наша сама по себе, какая-то блуждающая комета, ни к чему не отнесенная болезнь мозга!» [202, с.250-252].

Замечательное рассуждение об отношении мышления к бытию и о философии Герцен записал в дневнике 29 июня 1844 года.

«Дух, мысль – результаты материи и истории. Полагая началом чистое мышление, философия впадает в абстракции, восполняемые невозможностью держаться в них; конкретное представление непрерывно присуще; нам мучительно и тоскливо в сфере абстракций, – и срываемся бесперывно в другую. Фил[ософия] хочет быть отдельной наукой мышления und darum zugleich Wissenschaft der Welt, weil die Gesetze des Den-

kens dieselben seien mit den Weltgesetzen. Dies muß zunächst umgekehrt werden: das Denken ist nicht Anderes als die Welt selbst, wie sie von sich weiß, das Denken ist die Welt, die als Mensch sich selbst klar wird (и тем самым наукой о мире, ибо законы мышления якобы те же, что и законы мироздания; это надо прежде всего перевернуть: мышление есть не что иное, как сам мир, каким он сознает себя, мышление — это мир, познающий себя в человеке выясняется самому себе ¹ (нем.). — Ред.). А потому нельзя наукою мышления начинать и из нее выводить природу. Фил[ософия] — не отдельная наука: на место ее должно быть соединение всех ныне разрозненных наук» [202, с.470-471].

Герцен очень точно определил место философии Гегеля в истории человеческой мысли. В 1844 г. он написал:

«Гегель поставил мышление на той высоте, что нет возможности после него сделать шаг, не оставив совершенно за собой идеализма; но этот шаг не сделан...» [там же, с.246].

Вызывает восхищение то, как своевременно были написаны эти слова: в 1844 году шаг от Гегеля к материализму, создавая диалектический материализм, делали Маркс и Энгельс.

Герцен о диалектике в природе и различных науках

Многие физики, химики, биологи представляют себе диалектику как либо какую-то софистику, либо нечто искусственное, далекое от конкретных проблем конкретных наук. Между тем в работах Герцена можно найти интересные примеры и того, что есть диалектика на самом деле, и того, что «всему человеческому познанию вообще свойственна диалектика» [60, с.321].

Например, у Герцена есть такой фрагмент:

«Жизнь природы — непрерывное развитие, развитие отвлеченного простого, не полного, стихийного в конкретное полное, сложное, развитие зародыша расчленением всего заключающегося в его понятии ², и всегдашнее домогательство вести это развитие до возможно полного соответствия формы содержанию — это диалектика физического мира» [202, с.251-252].

Это фрагмент замечателен во многих отношениях. В нем утверждается, что диалектика присуща объективному миру, природе, в нем употребляется термин «диалектика физического мира», наконец, в нем разъясняется, что такое диалектика физического мира. Можно сказать, что здесь Герцен написал и о том, что **есть диалектика физического мира** (природы), и о том, **что** есть диалектика физического мира.

¹ Почти как у Маркса: «идеальное есть не что иное, как материальное, пересаженное в человеческую голову и преобразованное в ней» [7, с.21].

² «Развитие зародыша расчленением всего заключающегося в его понятии» — еще один пример идеалистической терминологии.

Та мысль, что диалектика мышления (диалектика форм мышления, понятий) отражает диалектику, присущую объективному миру, — важнейшее положение диалектико-материалистической теории познания. Энгельс писал в 1873 году (во фрагменте «Бюхнер»): «диалектика головы — только отражение форм движения реального мира, как природы, так и истории» [10, с.519], употребил выражение «диалектика реального мира» [там же]. В 1875 г. он написал:

«Так называемая объективная диалектика царит во всей природе, а так называемая субъективная диалектика, диалектическое мышление, есть только отражение господствующего во всей природе движения путем противоположностей, которые и обуславливают жизнь природы своей постоянной борьбой и своим конечным переходом друг в друга» [10, с.526].

Разного рода метафизики сотни лет воюют против признания объективной диалектики, против того, что диалектика присуща реальному миру, миру вещей, а не только миру идей.

Так, Е. Дюринг утверждал:

«Противоречие по гегелевской логике... существует не просто в мышлении, ... противоречие существует в самих вещах и процессах объективно и может быть обнаружено, так сказать, в телесной форме; таким образом, бессмыслица перестает быть невозможной комбинацией мыслей, а становится фактической силой» (цит. по: [14, с. 122]).

«...Мах и махисты учили людей рассматривать все противоречия (как и все остальные категории, связанные с противоречием, в первую очередь отрицание отрицания) как лишь дискомфортное конфликтное состояние организма (или мозга), как состояние лишь субъективное...

...Противоречие и есть, по Берману, ситуация столкновения речи с речью, речь против речи, и ничего другого... «Несомненно... — пишет Берман, — и «тождество», и «противоречие», и «отрицание» обозначают лишь процессы, имеющие место только в области идей, отвлечения, мышления, а никак не в вещах...» [287, с.50-51].

По-видимому, чувствуя важность положения о существовании объективной диалектики, особенно стремятся «опровергнуть» это положение разного рода антимарксисты, которые отсутствие аргументов возмещают ругательствами.

Один из столпов реакционной русской философии Н. А. Бердяев писал: «Диалектический материализм есть нелепое словосочетание. ...Диалектика может быть присуща лишь мысли и духу, а не материи» [115, с.122]. Похоже, этот **русский философ** не был знаком не только с естествознанием, но и с работами А. И. Герцена ¹.

¹ Характерно, что работ А.И. Герцена нет на сайте «Философия в России» (<http://www.philosophy.ru>), где представлен не только философ Н.А. Бердяев, но и кинорежиссер С. Эйзенштейн. На этом сайте нет работ К. Маркса,

В своей книге «Несовершенное общество» известный «борец против тоталитаризма» М. Джилас очень уважительно цитирует буржуазных философов Ж. П. Сартра и Б. Рассела, высказывает множество претензий к идеям Энгельса и категорично заявляет: «В истории человеческой мысли трудно найти бóльшую бессмысленность, чем марксистское учение о диалектике природы...» [228, с.417].

Такого рода примеров можно привести множество ¹. Автор не намерен опровергать здесь все эти **мнения**, так как опровержением их является вся настоящая монография.

Одно из основополагающих положений диалектики, открытое в древности, положение, из которого должен исходить каждый естествоиспытатель, гласит: «Все течет, все меняется», или, как выразился Энгельс, «вся природа... движется в вечном потоке и круговороте» [10, с.354].

А. И. Герцен писал:

«Если вы на одно мгновение остановили природу как нечто мертвое, вы не только не дойдете до возможности мышления, но не дойдете до возможности наливчатых животных, до возможности поростов и мхов; смотрите на нее, как она есть, а она есть в движении; дайте ей простор, смотрите на ее биографию, на историю ее развития — тогда только раскроется она в связи» [202, с.252].

А в классической термодинамике не только принято изучать термодинамические системы в состоянии равновесия, но и с некоторых пор одним из основных законов (начал) называют следующее положение: «изолированная макроскопическая система с течением времени приходит в состояние термодинамического равновесия и никогда самопроизвольно выйти из него не может (первый, или основной, постулат термодинамики)» [101, с.17]. По сути, утверждают следующее: прежде чем изучать какую-то термодинамическую систему, изолируем ее от окружающего мира, дождемся, когда она станет мертвой, и начнем изучение. Неудивительно, что, принимая такой постулат, физики никак не могут избавиться от вывода о грядущей тепловой смерти мира.

У Герцена есть интересное замечание о диалектических понятиях в математике.

«Вообще, математика, несмотря на то, что предмет ее, по превосходству, мертв и формален, отделилась от сухого *то или другое*. Что такое

Ф. Энгельса, В. И. Ленина, нет работ выдающихся советских марксистов Э. В. Ильенкова и М. А. Лившица. Это, с одной стороны, демонстрирует классовый характер философии в классовом обществе, с другой — реакционность философии, насаждаемой ныне в бывшем СССР.

¹ Рекордное количество нелепых нападок на материалистическую диалектику содержит статья К. Поппера «Что такое диалектика?» [489].

дифференциал? — Бесконечно малая величина; стало быть, или он имеет величину, и в таком случае это величина конечная, или не имеет никакой величины, в таком случае он нуль. Но Лейбниц и Ньютон постигли шире и приняли сосуществование бытия и небытия, начальное движение возникновения, перелив от ничего к чему-нибудь. Результаты теории бесконечно малых известны ¹. Далее, математика не испугалась ни отрицательных величин, ни несоизмеримости, ни бесконечно великого, ни мнимых корней. А, разумеется, все это падает в прах перед узеньким рассудочным «то или другое» [202, с.94].

В одном из писем, адресованном Огарёву, Герцен очень хорошо разъяснил диалектический переход от химии (химизма) к жизни (физиологии). Настолько хорошо, что сегодня это разъяснение может быть новым и полезным для многих биофизиков, безуспешно пытающихся описать жизнь в терминах термодинамики, синергетики, квантовой механики, теории информации.

«...Природа не любит индийских каст. Химия и физиология имеют предметом один процесс, **физиология есть химия многоначальных соединений**, тогда как, наоборот, **химия — физиология двуначальных соединений**. Соединения двуначальные стремятся тотчас к результату, но соединения многоначальные как будто для того принимают третьего деятеля (сложного или простого, все равно), чтоб удержать процесс, чтобы сложную борьбу затянуть дело вдаль, и в этом балансе, колебании возникают эти многоначальные ткани, которые беспрестанно сжигаются и восстанавливаются и полны деятельности... Венец многоначалия — мозг и нервная система» (выделено мной — В.И.) [202, с.433-434].

Эти принципиальные положения развиваются и иллюстрируются в статье «Материалистическая диалектика и проблема химической эволюции» [243] выдающегося химика-органика и философа-марксиста члена-корреспондента АН СССР Ю. А. Жданова.

В этой статье Ю. А. Жданов, в частности, рассматривает свойства молекулы «двуначального соединения» аланина — достаточно простой и типичной для живых систем аминокислоты. Эта молекула, пишет Ю. А. Жданов, является воплощенным противоречием.

«Если в неорганической природе кислоты и основания существуют всегда порознь, то в молекуле аланина присутствует одновременно кислотная карбоксильная группа — COOH и основная аминогруппа — NH₂.

¹ С диалектикой бесконечно малых величин никак не мог примириться епископ Дж. Беркли, философия которого, субъективный идеализм, в последней четверти XIX века воскресили Э. Мах и Р. Авенариус под новым названием «эмпириокритицизм». Дж. Беркли издал специальный труд «Аналитик, или Рассуждение, адресованное одному неверующему математику» (так он называл Э. Галлея), в котором, апеллируя к здравому смыслу, «разоблачал» «нелепости» математического анализа (см. [309, с.75-79]).

За счет этих групп молекула аланина обладает бифункциональной способностью образовывать разными путями две амидные связи и включаться в молекулу белка...» [243, с.72].

Мы опускаем перечисление множества других противоречивых свойств аланина – эту статью Ю. А. Жданова каждый, кто желает получить представление о материалистической диалектике, должен прочитать полностью – и процитируем лишь то, что соответствует высказываниям Герцена об особенностях многоначальных соединений.

«При изучении химических превращений мы сталкиваемся с двумя видами реакций. Для первой группы характерно коренное изменение природы реагирующей молекулы, ее трансформация в совершенно новое соединение; такие реакции типичны для неорганических веществ (кислота и щелочь превращаются в соль, кислород и водород образуют воду), но они имеют место и в органической химии. В то же время для органических соединений более распространенными становятся процессы, при которых молекула не исчезает полностью, а лишь модифицируется, сохраняя некоторый исходный тип. Это встречается при реакциях замещения одного атома в молекуле на другой, при таутомерных перегруппировках, при рацемизации оптически активных соединений. Фактически здесь речь идет о становлении устойчивой индивидуальности, способной сохранить себя в ходе химических превращений. Особенно существенно то, что органические молекулы под внешним воздействием вообще могут химически не изменяться, а переходить лишь в иное состояние в результате перераспределения энергии, возбуждения, поворотов отдельных групп, обратимой миграции некоторых атомов, образования временных лабильных связей и т.п.

Этот момент крайне важен для биохимической эволюции материи: химический индивидуум оказывается способным изменить свою природу, полностью сохранив себя...» [243, с.76].

Можно было бы долго приводить замечательные высказывания Герцена, касающиеся диалектики различных областей природы и науки. Однако автор не хотел бы лишать читателя удовольствия самому находить эти высказывания в работах Герцена. Поэтому перейдем к обсуждению самого главного, что было открыто Герценом в области диалектико-материалистического естествознания.

Герцен о значении диалектической логической формы для естествознания

Образно и в то же время очень точно пишет Герцен о взаимоотношениях философии и естествознания:

«Наука одна; двух наук нет, как нет двух вселенных; спокон века сравнивали науки с ветвящимся деревом; сходство чрезвычайно верное; каждая ветвь дерева, даже каждая почка имеет свою относительную само-

бытность, их можно принять за особые растения; но совокупность их принадлежит одному целому, живому *растению этих растений* — дереву; отнимите ветви — останется мертвый пень, отнимите ствол — ветви распадутся. Все отрасли ведения имеют самобытность, замкнутость, но в них непременно вошло нечто данное, вперед идущее, не ими узаконенное; они, собственно, органы, принадлежащие одному существу... Вот этого-то органического соотношения между фактическими науками и философией нет в сознании некоторых эпох, и тогда философия погрязает в абстракциях, а положительные науки теряются в бездне фактов. Такая ограниченность рано или поздно должна найти выход: эмпирия перестанет бояться мысли, мысль, в свою очередь, не будет пятиться от неподвижной чуждости мира явлений; тогда только победится внесущий предмет, ибо ни отвлеченная метафизика, ни частные науки не могут с ним совладеть: одна спекулятивная философия, выращенная на эмпирии, — страшный горн, перед огнем которого ничто не устоит» [202, с.228].

Обратим внимание на последнее высказывание: спекулятивная философия, выращенная на эмпирии, — это не что иное, как материалистическая диалектика! Ведь спекулятивной Гегель называл разумную философию, которая включает в себя диалектику. Русские должны гордиться: в 1844 г. А. И. Герцен независимо от Маркса и Энгельса провозгласил необходимость материалистической диалектики для естествознания!

И не только провозгласил, но и объяснил, какой результат дает применение диалектики:

«Разум, действуя нормально, развивает самопознание; обогащаясь сведениями, он открывает в себе ¹ то идеальное средоточие, к которому все отнесено, ту **бесконечную форму**, которая все приобретенное употребит на пластическое самовыполнение... Этот разум, эта сущая истина, это развивающееся самопознание, — назовите его философией, логикой, наукой или просто человеческим мышлением, спекулятивной эмпирией, или как хотите ², — непрерывно превращает данное эмпирическое в ясную, светлую мысль, усваивает себе все сущее, раскрывая идею его» (выделено мной — В.И.) [202, с.236-237].

Обратим теперь внимание на выражение «бесконечная форма», которое очень важно для понимания наиболее ценной идеи, выска-

¹ Здесь Герцен оговорился: не открывает в себе, а создает в ходе познания. Впрочем, если учесть, что «люди мыслили диалектически задолго до того, как появилось слово «диалектика» [14, с.146], то можно открывать диалектику и в разуме, если он следует фактам.

² Здесь Герцен предвосхитил важнейшее положение диалектического материализма, сформулированное В.И. Лениным: логика, диалектика и теория познания — это одно и то же. («В «Капитале» применена к одной науке логика, диалектика и теория познания [не надо 3-х слов: это одно и то же] материализма, взявшего все ценное у Гегеля и двинувшего сие ценное вперед» [60, с.301])

занной А.И. Герценом. Выше мы уже приводили высказывания Герцена о том, что естествоиспытателям мешает **«робкое и бессознательное употребление логических форм»** [202, с.224], что они **«пренебрегают формой, методом»** [там же]. Герцен также писал:

«Странное дело! Каждый физиолог очень хорошо знает важность формы и ее развития, знает, что содержание только при известной форме оживает стройным организмом, — и ни одному не пришло в голову, что **метода в науке вовсе не есть дело личного вкуса или какого-нибудь внешнего удобства, что она, сверх своих формальных значений, есть самое развитие содержания, — эмбриология истины**, если хотите. ...Идеализм собственно для естествоведения ничего не сделал... Позвольте оговориться! Он **разработал, он приготовил бесконечную форму для бесконечного содержания фактической науки**; но она еще не воспользовалась ею: это — дело будущего...» [202, с. 224-225] (выделено мной. — В.И.).

Здесь изложена важнейшая идея диалектико-материалистической теории познания: познание может быть истинным только тогда, когда совершается истинным методом и в истинных формах, которые в свое время разрабатывались, исследовались классической идеалистической философией. Другими словами, истинное познание требует определенных (соответствующих, истинных) логических форм — диалектических, диалектико-материалистических. Именно с усвоения этой идеи физик может начинать становиться мыслящим физиком, умным физиком — физиком, умеющим мыслить.

На значение логических форм для истинного познания неоднократно обращали внимание и классики философии диалектического материализма, гениальные мыслители Карл Маркс, Фридрих Энгельс, В.И. Ленин.

Фридрих Энгельс писал:

«Над всем нашим теоретическим мышлением господствует с абсолютной силой тот факт, что наше субъективное мышление и объективный мир подчинены одним и тем же законам и что поэтому они не могут противоречить друг другу в своих результатах, а должны согласоваться между собой. Факт этот является бессознательной и безусловной предпосылкой нашего теоретического мышления. Материализм XVIII века вследствие своего по существу метафизического характера исследовал эту предпосылку только со стороны ее содержания. Он ограничился доказательством того, что содержание всякого мышления и знания должно происходить из чувственного опыта... Только новейшая идеалистическая, но вместе с тем и диалектическая философия — в особенности Гегель — исследовала эту предпосылку также и **со стороны формы**. Несмотря на бесчисленные произвольные построения и фантастические выдумки, которые здесь выступают перед нами; несмотря на идеалистическую, на голову поставленную форму ее результата — единства мышления и бытия, — нельзя отрицать того, что эта философия доказала на множестве примеров, взятых из са-

мых разнообразных областей, аналогию между процессами мышления и процессами природы и истории – и обратно – и господство одинаковых законов для всех этих процессов» (выделено мной – В.И.) [10, с.581].

Энгельс также писал: «...Именно диалектика является для современного естествознания наиболее важной **формой мышления**, ибо только она представляет аналог и тем самым метод объяснения для происходящих в природе процессов развития, для всеобщих связей природы, для переходов от одной области исследования к другой» (выделено мной – В.И.) [10, с.366].

И еще: «Какую бы позу ни принимали естествоиспытатели, над ними властвует философия. Вопрос лишь в том, желают ли они, чтобы над ними властвовала какая-нибудь скверная модная философия, или же они желают руководствоваться такой **формой теоретического мышления**, которая основывается на знакомстве с историей мышления и ее достижениями» (выделено мной – В.И.) [10, с.525].

О форме своих произведений Маркс выразился так: «Какие бы ни были недостатки в моих сочинениях, у них есть то достоинство, что они представляют собой художественное целое» [32, с.111-112], «...в таком труде, как мой, неизбежны недостатки в деталях. Но композиция, внутренняя связь целого представляют собой триумф немецкой науки» [36, с.154]. Можно сказать, предметом гордости Маркса была форма, композиция его произведений. Маркс гордился по праву. Ведь он разработал и применял в теоретических исследованиях метод восхождения от абстрактного к конкретному¹ – метод, позволяющий исследовать самый сложный объект познания, человеческое общество, и создавать истинную теорию такого объекта.

В.И. Ленин записал в «Философских тетрадах»:

1) «Познание есть отражение человеком природы. Но это не простое, не непосредственное, не цельное отражение, а процесс ряда абстракций, формирования, образования понятий, законов etc., каковые понятия, законы etc. (мышление, наука = «логическая идея») и *охватывают* условно, приблизительно универсальную закономерность вечно движущейся и развивающейся природы. Тут *действительно*, объективно **три** члена: 1) природа; 2) познание человека, = **мозг** человека (как высший продукт той же природы) и 3) форма отражения природы в познании человека, эта форма и есть понятия, законы, категории etc.» [60, с.163-164];

Обратим внимание на то, что, подчеркивая значение логических форм, Ленин назвал формы отражения природы в познании человека (понятия, законы, категории etc.) «третьим членом познания», хотя, разумеется, строго говоря, в познании только два члена – объект (природа) и субъект (мышление). Но т. к. диалектическое мышление

¹ Краткое изложение этого метода, данное Марксом во «Введении» из «Экономических рукописей 1857 – 1858 гг.» [6, с.36-45], приводится в гл. 3.

исследует и формы мышления, то их можно выделить в познании как особый объект исследования — отличающийся в познании и от природы и от сознания человека.

Приведем простой пример, иллюстрирующий значение логических форм для создания истинных теорий. Движение планеты вокруг Солнца можно изобразить с помощью графика на плоскости, можно описать алгебраическими уравнениями, а можно — дифференциальными уравнениями. И только использование дифференциальных уравнений позволило сделать выводы о существовании в Солнечной системе неизвестных планет, которые были затем открыты и названы Нептуном и Плутоном (см. [214], а также [384, с.122-133]).

А значение для познания формы мышления, разработанных в материалистической диалектике, подробно раскрывается ниже.

Глава вторая

Теоретические исследования Фридриха Энгельса в области естествознания

Предварительные замечания

Содержание предыдущей главы кратко можно резюмировать так: в середине 40-х гг. XIX века А. И. Герцен заявил, что естествоиспытатели пренебрегают формой, методой, которая в науке есть эмбриология истины, что их теории не могут развиваться и что в теоретическом естествознании необходимо использовать [диалектические] логические формы, развитые в философии Гегеля. Идеализм, писал он, «...разработал, ...приготовил бесконечную форму для бесконечного содержания фактической науки; но она еще не воспользовалась ею: это — дело будущего...» [202, с.224–225]. А. И. Герцен, по сути, провозгласил создание в будущем диалектико-материалистического естествознания.

Спустя полтора десятилетия необходимость использования в теоретическом естествознании логических форм, разработанных Гегелем, осознал Фридрих Энгельс. И не только осознал, но и начал исследования, в которых заложил основы диалектико-материалистического естествознания. Сегодня работа в области диалектико-материалистического естествознания в той или иной мере является продолжением исследований Энгельса. Соответственно, в настоящей главе мы рассмотрим, что Энгельс делал и что сделал для создания диалектико-материалистического естествознания, для чего проанализируем содержание произведений Энгельса, касающихся естествознания, главным среди которых является «Диалектика природы» [10, 63]¹.

Прежде всего заметим, что логические диалектические формы гегелевской философии нельзя непосредственно (без критики) применить в теоретическом естествознании. Гегель был идеалист и представлял логические категории как предшествующие объективной ре-

¹ Под заглавием «Диалектика природы» [11] в СССР в 1925 г. были опубликованы рукописи Ф. Энгельса, посвященные естествознанию, написанные главным образом с 1873 по 1882 г. Они включают статьи, главы будущей книги, выписки из различных книг, заметки, фрагменты, наброски планов (см. [383; 491; 498, с.708–712]).

Исследованиям Энгельса в области естествознания, книге «Диалектика природы» посвящена обширная литература (см. например [78, 95, 174, 215, 317–320, 383, 392, 518–520, 607–609]).

альности, а природу как воплощение категорий (инобытие идеи). И хотя «развитие его (Гегеля – В.И.) мыслей всегда шло параллельно развитию всемирной истории» [21, с.496] и «реальное содержание повсюду проникало в [гегелевскую – В.И.] философию» [там же], прежде чем применять в естествознании логические формы гегелевской философии, их нужно было критически рассмотреть, выяснить их действительное содержание. Будучи первопроходцем в деле создания диалектико-материалистического естествознания, Энгельс и разрабатывал материалистическую диалектику путем критической переработки гегелевской диалектики, и применял ее в теоретических исследованиях в области естествознания. Ранее подобным образом Исаак Ньютон, занимаясь исследованиями в области теоретической механики, и создавал понятийный аппарат новой области математики (дифференциальное и интегральное исчисление), и применял его в теоретической механике.

Результаты исследований, относящихся к области материалистической диалектики, Энгельс частично опубликовал в таких книгах, как «Анти-Дюринг» [14], «Развитие социализма от утопии к науке» [19], «Людвиг Фейербах и конец немецкой классической философии» [18]. В значительной мере благодаря этому, идеи диалектического материализма получили довольно широкое распространение, затем развивались многими авторами, излагаются во многих книгах, изданных в СССР, и сегодня не составляет особого труда ознакомиться с ними, как и с вкладом Энгельса в развитие этих идей (см. например [242]).

Однако судьба исследований Энгельса, касающихся применения диалектики в естествознании, сложилась по-другому. Эти исследования не только не получили надлежащего продолжения и развития, но со временем их перестали воспринимать как исследования в области теоретического естествознания. Если в предисловии к «Диалектике природы» издания 1952 г. для характеристики содержания этого и ряда других произведений Энгельса употребляются выражения: «вопросы теоретического естествознания», «проблемы естественных наук», «проблемы математики, механики, физики, химии и биологии» [490], то десятилетие спустя «Диалектика природы» стала преподноситься как произведение по философским вопросам естествознания, стержневой (центральной) идеей которого является классификация форм движения материи и наук (см. например [491, с.XVII, 492, с.VIII]). О том, что эта книга имеет какое-то значение не только для философии, но и для естествознания, из литературы, выпущенной в СССР, начиная с 1960-х гг., узнать почти невозможно.

Одной из немногих книг, изданных во второй половине XX в., где раскрыто подлинное значение «Диалектики природы» для развития теоретического естествознания, является монография А. Т. Лукьянова

«От натурфилософии к сознательно-диалектическому естествознанию», где, в частности, сказано:

«Диалектика природы» — первое в истории познания сознательно-диалектическое обобщение результатов развития естествознания с материалистических позиций...

...«Диалектика природы» Ф. Энгельса, — это не только манифест, возвестивший о неизбежности перехода к сознательно-диалектическому (т.е. диалектико-материалистическому — В.И.) естествознанию, это и сам переход, отражение его важнейшей начальной стадии. В этом произведении Ф. Энгельс выступает с великим, всемирно-историческим почином в деле практического приближения сознательно-диалектического естествознания.

В нем не только содержится призыв к естествоиспытателям идти вперед к сознательно-диалектическому естествознанию, но и самим характером проделанной работы дан пример того, как осуществлять это движение» [392, с.81-82].

Однако А. Т. Лукьянов, будучи философом, не проанализировал конкретно характер проделанной Энгельсом работы в области теоретического естествознания, что намерен сделать автор.

Следует учесть, что изучением естествознания Энгельс занимался не одно десятилетие, однако урывками, с большими перерывами. Разумеется, со временем и его понимание задач в области естествознания, и характер исследований менялись. Чтобы понять, что именно делал Энгельс в области естествознания, его работу нужно рассмотреть в развитии, для начала — в хронологическом порядке.

Наиболее интенсивно Энгельс занимался естествознанием в период с 1873 по 1882 г., когда были написаны почти все материалы, входящие в «Диалектику природы», а также «Анти-Дюринг» и «Развитие социализма от утопии к науке». Поэтому хронологически работу Энгельса над проблемами естествознания можно разделить на три больших периода: до 1873 года, 1873–1882 г., после 1882 года.

В 1985 году вышел 26-й том МЭГА (MEGA — Marx-Engels Gesamtausgabe) [63, 64]). В этом томе опубликован наиболее полный текст «Диалектики природы» — 197 единиц текста. В ходе подготовки этого издания была уточнена датировка отдельных записей, хотя во многих случаях установить порядок написания фрагментов оказалось невозможным. Работа разбита на два периода, каждый из которых включает 4 фазы (см. таблицу).

Из таблицы видно, что Энгельс не придавал серьезного значения своим занятиям естествознанием — работал нерегулярно, продолжительность перерывов больше длительности периодов работы. Тем не менее, будучи гением, оставил потомкам идей и замыслов на века.

Хронология создания материалов,
вошедших в «Диалектику природы» (по данным [64])

№ ф а з ы	Начало Окон- чание	Продол- житель- ность		Написано		Названия статей и глав	
		ра- бо- ты	пе- ре- ры- ва	Еди- ниц тек- ста	Строк	Написанных для «Диалектики природы»	Включенных позже
1	02.1873 05.1873	4	15	9	150		
2	09.1874 10.1874	1	13	58	1040		
3	11.1875 05.1876 *	7	16	39	1810	«Введение»	«Роль труда в про- цессе превращения обезьяны в человека»
4	10.1877 01.1878	4	7	60	1860		«О прообразах ма- тематического бес- конечного в дейст- вительном мире» «О «механическом» понимании природы» «Естествознание в мире духов». «Старое предисло- вие к «Анти- Дюрингу»
5	08.1878 09.1878	1	12	1	35	[Набросок общего пла- на]	
6	09.1879	1	5	1	210	«Диалекти- ка»	
7	02.1880 07.1880	6	18	12	1400	«Основные формы дви- жения» «Мера дви- жения. — Работа» «Приливное трение»	
8	01.1882 08.1882	8	—	16	2150	«Теплота» «Электриче- ство»	

* С 05.1876 г. по 01.1877 г. — работа над первым отделом «Анти-Дюринга»

Начальный этап работы Энгельса в области теории материалистической диалектики и теоретического естествознания (1858–1872 гг.)

Хотя Маркс и Энгельс в молодости изучали философию Гегеля и некоторое время находились под ее влиянием, но после изучения «Сущности христианства» Л. Фейербаха «стали сразу фейербахианцами» [18, с.281]. В произведениях «Святое семейство» и «Нищета философии» содержатся острые критические замечания по поводу гегелевской философии.

Маркс, к примеру, писал:

«...Гегель путем искусной софистики умеет изобразить тот процесс, при помощи которого философ, пользуясь чувственным созерцанием и представлением, переходит от одного предмета к другому, как процесс, совершаемый самой воображаемой рассудочной сущностью, самим абсолютным субъектом» [23, с.66];

«Гегелевская логика истории предполагает существование абстрактного, или абсолютного духа, который развивается таким образом, что человечество представляет лишь массу, являющуюся бессознательной или сознательной носительницей этого духа» [там же, с.93];

«Человека Гегель делает человеком самосознания, вместо того чтобы самосознание сделать самосознанием человека, — действительного человека, т. е. живущего в действительном, предметном мире и им обусловленного. Гегель ставит мир на голову, и по этой причине и может преодолеть в голове все пределы, что конечно, нисколько не мешает тому, что они продолжают существовать для дурной чувственности, для действительного человека» [там же, с.210].

В «Нищете философии» есть раздел, где Маркс с сарказмом излагает идеалистическую диалектику Гегеля. Он пишет:

«...Раз мы упускаем из виду историческое развитие производственных отношений, для которых категории служат лишь теоретическим выражением, раз мы желаем видеть в этих категориях лишь идеи, самопроизвольные мысли, независимые от действительных отношений, то мы волей-неволей должны искать происхождение этих мыслей в движении чистого разума. Как порождает эти мысли чистый, вечный, безличный разум? Каким образом создает он их?

Если бы мы обладали неустрашимостью г-на Прудона по части гегельянства, то мы сказали бы, что разум различает себя в самом себе от самого себя. Что это значит? Так как безличный разум не имеет вне себя ни почвы, на которую он мог бы поставить себя, ни объекта, которому он мог бы себя противопоставить, ни субъекта, с которым он мог бы сочетаться, то он поневоле должен кувыркаться, ставя самого себя, противопоставляя себя самому же себе и сочетаясь с самим собой: положение, про-

тивоположение, сочетание. Говоря по-гречески, мы имеем: тезис, антитезис, синтез. Что касается читателей, незнакомых с гегельянским языком, то мы им сообщим сакраментальную формулу: утверждение, отрицание, отрицание отрицания. Вот что значит орудовать словами...» [3, с.129-130].

В таком же стиле изложение продолжается еще на двух страницах, а в конце раздела сказано:

«...По мнению Гегеля, все, что происходило, и все, что происходит еще в мире, тождественно с тем, что происходит в его собственном мышлении... Он воображает, что строит мир посредством движения мысли; между тем как в действительности он лишь систематически перестраивает и располагает, согласно своему абсолютному методу, те мысли, которые имеются в голове у всех людей» [там же, с.132-133].

Как видно из этих замечаний, Маркс все время обращает внимание на бесплодность и пустоту идеалистических воззрений Гегеля.

Затем Маркс и Энгельс примкнули к рабочему движению, написали «Манифест Коммунистической партии», участвовали в революции 1848—1849 г. ¹, потом Маркс занялся исследованиями в области политической экономии, и, надо полагать, за этими конкретными делами и исследованиями стали забывать философию Гегеля.

Однако «в 1858 г. у Маркса и Энгельса возобновляется интерес к философии Гегеля» [317, с.25] («намечается «поворот» к Гегелю» [519, с.XVIII]).

В письме Энгельсу от 14 января 1858 г. Маркс писал по поводу своей работы над книгой «К критике политической экономии»:

«Для *метода* обработки материала большую услугу оказало мне то, что я по чистой случайности вновь перелистал «Логику» Гегеля, — Фрейлиграт нашел несколько томов Гегеля, принадлежавших прежде Бакунину, и прислал их мне в подарок. Если бы когда-нибудь снова нашлось время для таких работ, я с большим удовольствием изложил бы на двух или трех печатных листах в доступной здравому человеческому рассудку форме то *рациональное*, что есть в методе, который Гегель открыл, но в то же время и мистифицировал» [24, с.212].

Спустя некоторое время Энгельс тоже решил перечитать Гегеля. В письме от 14 июля 1858 г. он пишет Марксу:

«Пришли мне все-таки обещанную «Философию природы» Гегеля. Я занимаюсь теперь немного физиологией и собираюсь увязать с этим занятия сравнительной анатомией. В них имеется много чрезвычайно важного с философской точки зрения, но все это открыто лишь недавно; мне очень хотелось бы знать, не предвидел ли старик (Гегель. — Ред.) что-нибудь из этого. Не подлежит сомнению, что если бы ему пришлось пи-

¹ «...Революция 1848 г. так же бесцеремонно отодвинула в сторону всякую философию, как Фейербах своего Гегеля» [18, с.281].

сать «Философию природы» *теперь*, то доказательства слетались бы к нему со всех сторон... Главный факт, революционизировавший всю физиологию и впервые сделавший возможной сравнительную физиологию, это — открытие клеток: в растении — Шлейденом, в животном — Шванном (около 1836 года). Все есть клетка. Клетка есть гегелевское в-себе-бытие и в своем развитии проходит именно гегелевский процесс, пока из нее, наконец, не развивается «идея», данный завершенный организм.

Другой результат, который бы очень порадовал старика Гегеля, это в области физики соотношение сил, или закон, согласно которому при данных условиях механическое движение — следовательно, механическая сила (например, путем трения) — превращается в теплоту, теплота — в свет, свет — в химическое средство, химическое средство (например, в вольтовом столбе) — в электричество, а это — в магнетизм. Эти переходы могут также совершаться иначе, в этом же порядке или в обратном. Теперь доказано неким англичанином, имени которого я не могу вспомнить, что эти силы в совершенно определенных количественных соотношениях переходят одна в другую, так что, например, известное количество одной силы, например, электричества, соответствует известному количеству всякой другой, например, магнетизма, света, теплоты, химического средства (положительного или отрицательного — синтетического или аналитического) и движения. Нелепая теория о скрытой теплоте ¹ таким образом уничтожается. Но не является ли это великолепным материальным доказательством того способа, каким рассудочные определения переходят одно в другое? ²

Как бы то ни было, изучая сравнительную физиологию, испытываешь величайшее презрение к идеалистическому возвеличению человека над другими животными. На каждом шагу натыкаешься носом на полнейшее соответствие строения человека с остальными млекопитающими; в основных чертах это соответствие замечается у всех позвоночных и даже — в более скрытой форме — у насекомых, ракообразных, глистов и т. д. Гегелевская история с качественным скачком в количественном ряду тоже прекрасно сюда подходит. В конце концов, у низших инфузорий мы приходим к прообразу, к простой, самостоятельно живущей клетке, которая, однако, опять-таки ничем осязательным не отличается от низших растений (от состоящих из простых клеток грибов — болезнетворных грибов картофеля, винограда и т. д.) и зародышей более высоких ступеней развития, до человеческого яйца и сперматозоидов включительно, и точно так же выглядит, как независимые клетки в живом организме (кровяные

¹ «Он (Гров — В.И.) весьма искусно устраняет отвратительные физико-метафизические бредни, вроде «скрытой теплоты» (не хуже «невидимого света») электрического «флюида» и тому подобных крайних средств, служащих для того, чтобы вовремя вставить словечко там, где не хватает мыслей» [28, с.553].

² Спустя 7 лет Энгельс выразился так: «Современная естественнонаучная теория о взаимодействии сил природы... есть лишь иное выражение или, лучше сказать, положительное доказательство правильности развитых Гегелем мыслей относительно причины, действия, взаимодействия, силы и т. д.» [31, с.395].

тельца, клетки эпителия и слизистой оболочки, клетки, выделяемые железами внутренне секреции, почками и т. д.)» [25, с.275-277].

Таким образом, если Марксу работы Гегеля помогли в выработке метода обработки политэкономических данных, то Энгельс, изучавший в то время естествознание, обратил внимание на то, что ряд идей Гегеля выражает содержание природных явлений.

Так, в процессе развития организма из клетки Энгельс усмотрел прообраз развития гегелевской абсолютной идеи, а в гегелевском развитии абсолютной идеи изображение (отражение, образ) процесса развития – от клетки («в-себе-бытия») до заверщенного организма («идеи»).

В переходах (превращениях), как тогда выражались, «сил природы» (а сейчас говорят – «видов энергии») Энгельс усмотрел материальное доказательство (т.е. опытное подтверждение) того гегелевского положения, что рассудочные определения переходят друг в друга.

Наконец, изучая сравнительную физиологию, Энгельс обратил внимание на соответствие строения человека и животных, что подтверждает материалистическое положение об относительности противоположности человека и животных. А также, что для выражения соотношения строения различных организмов подходит «гегелевская история с качественным скачком в количественном ряду»: различные организмы можно расположить в ряд по степени развития.

В 1859 году вышла работа Маркса «К критике политической экономии» [4]. В рецензии на эту работу [21] Энгельс дал краткое описание **диалектико-материалистического метода исследования** – того самого, в результате применения которого в естествознании создается диалектико-материалистическое естествознание.

Энгельс писал, что сочинение Маркса «с самого начала построено на систематическом охвате всего комплекса экономических наук, на связном изложении законов буржуазного производства и буржуазного обмена» [21, с.494], что «со времени смерти Гегеля вряд ли была сделана хотя бы одна попытка развить какую-нибудь науку в ее собственной, внутренней связи» [там же] и что при написании этого произведения надо было решать вопрос, «который не имеет отношения к политической экономии как таковой. Какой метод научного исследования следует избрать?» [там же, с.495].

Дальше Энгельс кратко описывает, как был создан диалектико-материалистический метод исследования.

«С одной стороны, имелась гегелевская диалектика в совершенно абстрактном, «спекулятивном» виде, в каком ее оставил после себя Гегель; с другой стороны, имелся обычный, ныне снова ставший модным, по преимуществу вольфовски-метафизический метод, следуя которому буржуазные экономисты и писали свои бессвязные толстые книги. Этот последний настолько был теоретически разгромлен Кантом и в особенности

Гегелем, что только косность и отсутствие другого *простого* метода могли сделать возможным его дальнейшее практическое существование. С другой стороны, гегелевский метод в *данной* его форме был абсолютно непригоден. Он был по существу идеалистическим, а тут требовалось развитие такого мировоззрения, которое было бы более материалистическим, чем все прежние. Он исходил из чистого мышления, а здесь надо было исходить из самых упрямых фактов. ... Поэтому надо было прежде всего подвергнуть гегелевский метод основательной критике» [21, с.495-496].

Далее Энгельс пишет, что «Гегелевский способ мышления, отличался от способа мышления всех других философов огромным историческим чутьем» [там же], что развитие мыслей Гегеля «всегда шло параллельно развитию всемирной истории» [там же, с.496], что Гегель «первый пытался показать развитие, внутреннюю связь истории» [там же] и что «Маркс был и остается единственным человеком, который мог взять на себя труд высвободить из гегелевской логики то ядро, которое заключает в себе действительные открытия Гегеля в этой области, и восстановить диалектический метод, освобожденный от его идеалистических оболочек, в том простом виде, в котором он и становится единственно правильной формой развития мысли...» [там же, с.496-497].

Еще ниже Энгельс кратко описывает применение диалектико-материалистического метода в политической экономии.

«Критику политической экономии, даже согласно выработанному методу, можно было проводить двояким образом: исторически или логически» [21, с.497]. Он характеризует оба эти способа исследования, показывает недостатки исторического метода и заключает, что «единственно подходящим был логический метод исследования. Но этот метод в сущности является не чем иным, как тем же историческим методом, только освобожденным от исторической формы и от мешающих случайностей. С чего начинается история, с того же должен начинаться и ход мыслей, и его дальнейшее движение будет представлять собой не что иное, как отражение исторического процесса в абстрактной и теоретически последовательной форме...»

При этом методе мы исходим из первого и наиболее простого отношения, которое исторически, фактически находится перед нами, следовательно, в данном случае из первого экономического отношения, которое мы находим. Это отношение мы анализируем. Уже самый факт, что это есть *отношение*, означает, что в нем есть две стороны, которые *относятся друг к другу*. Каждую из этих сторон мы рассматриваем отдельно; из этого вытекает характер их отношения друг к другу, их взаимодействие. При этом обнаруживаются противоречия, которые требуют разрешения. Но так как мы здесь рассматриваем не абстрактный процесс мышления, который происходит только в наших головах, а действительный процесс, некогда совершавшийся или все еще совершающийся, то и противоречия эти развиваются на практике и, вероятно, нашли свое разрешение. Мы проследим, каким образом они разрешались, и найдем, что это было достигнуто установлени-

ем нового отношения, две противоположные стороны которого нам надо будет развить и т. д.» [21, с.495-497].

Таким образом, в 1859 году, можно сказать, началась писаная история материалистической диалектики как метода исследования. В этом году Маркс опубликовал сочинение, излагающее результаты, полученные с помощью этого метода, а Энгельс — описание метода.

Спустя четверть века, в 1885 г., в предисловии ко второму изданию «Анти-Дюринга» Энгельс писал:

«Маркс и я были едва ли не единственными людьми, которые спасли из немецкой идеалистической философии сознательную диалектику и перевели ее в материалистическое понимание природы и истории. Но для диалектического и вместе с тем материалистического понимания природы необходимо знакомство с математикой и естествознанием. Маркс был основательным знатоком математики ¹, но естественными науками мы могли заниматься только нерегулярно, урывками, спорадически. Поэтому когда я, покинув коммерческое дело и переселившись в Лондон, приобрел необходимый для этого досуг, то, насколько это для меня было возможно, подверг себя в области математики и естествознания процессу полного «липания», как выражается Либих, и в течение восьми лет затратил на это большую часть своего времени...

Само собой разумеется, что при этом моем подытоживании достижений математики и естественных наук дело шло о том, чтобы и на частных случаях убедиться в той истине, которая в общем не вызывала у меня никаких сомнений, а именно, что в природе сквозь хаос бесчисленных изменений прокладывают себе путь те же диалектические законы движения, которые и в истории господствуют над кажущейся случайностью событий, — те самые законы, которые, проходя красной нитью и через историю развития человеческого мышления, постепенно доходят до сознания мыслящих людей. Законы эти были впервые развиты всеобъемлющим образом, но в мистифицированной форме, Гегелем. И одним из наших стремлений было извлечь их из этой мистической формы и ясно представить во всей их простоте и всеобщности... Наконец, для меня дело могло идти не о том, чтобы внести диалектические законы в природу извне, а о том, чтобы отыскать их в ней и вывести их из нее» [14, с.11-12].

Понятно, что в условиях, когда мало кто понимал научное значение философии Гегеля ², пригодившейся Марксу и Энгельсу для разработки метода исследования, они осознавали необходимость продемонстрировать рациональное содержание этой философии, в том числе и с помощью тех фактов, которые дает естествознание.

¹ Об исследованиях Маркса в области математики см. [197; 309; 517; 595, с.342-343; 658].

² «Гегель был забыт» [21, с.496], — писал Энгельс в цитируемой выше рецензии на книгу Маркса. А резко отрицательные отзывы немецких естествоиспытателей о философии Гегеля мы приводили в первой главе.

В конце 1859 г. Энгельс начал читать книгу Ч. Дарвина «Происхождение видов» — уже через несколько дней после ее выхода в свет. В начале декабря он сообщает Марксу:

«...Дарвин, которого я как раз теперь читаю, превосходен. Телеология в одном из своих аспектов еще не была разрушена, а теперь это сделано. Кроме того, до сих пор никогда еще не было столь грандиозной попытки доказать историческое развитие в природе, да к тому же еще с таким успехом. С грубым английским методом приходится, конечно, мириться» [26, с.424].

Маркс, работавший над книгой «Господин Фогт», приступил к чтению Дарвина только в конце в 1860 года. «Хотя изложено грубо по-английски, но эта книга дает естественноисторическую основу для наших взглядов» [27, с.102] — написал он Энгельсу.

Оценку, данную Марксом книге Дарвина, не следует понимать так, будто Маркс и Энгельс собирались обосновывать теорию классово-вой борьбы дарвиновской борьбой за существование. В своих работах и письмах они неоднократно подчеркивали, что главное в теории Дарвина — это доказательство исторического развития живой природы в силу внутренне присущих ей законов.

Например, в рецензии на первый том «Капитала» для газеты «*Veobachter*» Энгельс писал, что автор «Капитала» «в области общественных отношений стремится установить в качестве закона тот же самый постепенный процесс преобразования, который Дарвин установил в области естественной истории» [22, с.232].

В письме П.Л. Лаврову от 12-17 ноября 1875 г. Энгельс объяснял:

«В учении Дарвина я принимаю *теорию развития*, дарвиновский же способ доказательства (борьба за существование, естественный отбор) считаю всего лишь первым, временным, несовершенным выражением только что открытого факта... Взаимодействие тел природы — как мертвых, так и живых — включает как гармонию, так и коллизию, как борьбу, так и сотрудничество» [53, с.133-134].

В 60-е гг. XIX в. Маркс и Энгельс продолжили изучение естествознания, причем Маркс занялся изучением дифференциального исчисления и исследованием его обоснования. В переписке тех лет они обсуждали проблемы различных естественных наук — астрономии, химии, физики, математики — и сообщали друг другу новости этих наук.

В письмах от 25 января и 13 февраля 1865 г. [29, 30] Маркс сообщал Энгельсу о том, что профессору Гиндалю удалось разделить солнечные лучи на тепловые и на холодные, совершенно лишенные тепла. В письмах от 19 и 22 августа 1865 г. [33, 34] Маркс обсуждает вопросы астрономии, упоминает Лапласа, Гегеля, закон Кирквуда. В письме от 20 февраля 1866 г. Маркс обсуждает вопрос попадания в почву азота, который необходим для питания растений [36, с.154].

В письме от 4 января 1866 г. Энгельс рекомендует Марксу прочесть книгу Тиндаля «Теплота, рассматриваемая как род движения» [35, с.142].

Во второй половине 1866 г. между Марксом и Энгельсом состоялась небольшая полемика по поводу книги П. Тремо «Происхождение и видоизменения человека и других существ» (см. [37–40]). Маркс считал, что представления Тремо об обусловленности различий человеческих рас химическим составом почв представляют шаг вперед по сравнению с Дарвином. Энгельс ему довольно резко возражал.

В ряде писем 1867 г. [41–43] Маркс и Энгельс обсудили молекулярную теорию, причем 22 июня 1867 г. Маркс сообщил Энгельсу:

«Между прочим, из заключительной части моей III главы, где указывается на превращение ремесленника-мастера в капиталиста в результате чисто *количественных* изменений, ты увидишь, что я там в *тексте* привожу открытый Гегелем *закон превращения чисто количественного изменения в качественное*, как закон, имеющий силу в истории и в естествознании. В *примечании* же к тексту (я как раз слушал тогда Гофмана) я упоминаю о *молекулярной теории*» [42, с.260].

Таким образом, к началу 1873 года Энгельс вместе с Марксом разработали диалектико-материалистический метод исследования, в той или иной степени ознакомились с различными естественными науками, осознали необходимость применения материалистической диалектики в естествознании. Однако, судя по тому, что за 15 лет никто из них не написал ни одной работы, касающейся естествознания, ни Маркс, ни Энгельс, похоже, и не собирались заниматься исследованиями в области теоретического естествознания в такой мере, чтобы написать труд, посвященный естествознанию. Эта область была довольно далека от того, чему Маркс и Энгельс посвятили жизнь, — обоснования материалистического понимания истории, исследований в области политэкономии, организации рабочих в политическую силу.

Но вот обращение В. Либкнехта заставило Энгельса задуматься над сочинением, в котором необходимо было подытожить некоторые результаты исследований в области естествознания и материалистической диалектики.

Два великих замысла Энгельса в области теоретического естествознания (1873 г.)

С 1868 г. в письмах Маркса и Энгельса встречаются критические замечания о сочинениях Л. Бюхнера ([44–46, 48, 50]. В начале 1873 г. Энгельс, по-видимому, после обмена мнениями с В. Либкнехтом ¹,

¹ В письме В. Либкнехта Энгельсу от 8 февраля 1873 г. есть фраза: «Что касается Бюхнера — валий!» [498, с.727].

решил выступить с критикой воззрений Бюхнера и написал заметку {1} ¹ «Бюхнер» [10, с.516-517]. Эта заметка написана на листе, озаглавленном «Naturdialektik 1», который находится в составе рукописи «Диалектики природы» [10].

В заметке излагается замысел сочинения с критикой «плоско-материалистического популяризаторства» [10, с.516] Бюхнера, Фогта и Молешотта.

О воззрениях этих авторов Энгельс уже высказывался в рецензии на книгу Маркса «К критике политической экономии»:

«...развился новый естественнонаучный материализм, который теоретически почти ничем не отличается от материализма XVIII века и имеет перед последним большей частью только то преимущество, что располагает более богатым естественнонаучным, в особенности химическим и физиологическим материалом. Крайне плоское воспроизведение этого ограниченного филистерского способа мышления докантовского периода мы находим у Бюхнера и Фогта; и даже Молешотт, который клянется Фейербахом, каждую минуту забавнейшим образом запутывается в самых простых категориях. Неповоротливый тяжеловоз обыденного буржуазного рассудка, конечно, останавливается в замешательстве перед рвом, отделяющим сущность от явления, причину от следствия...» [21, с.496])

Во фрагменте «Бюхнер» Энгельс так объясняет причины выступления против указанных авторов:

«Можно было бы оставить их в покое, предоставив им заниматься своим, все же неплохим, хотя и узкоограниченным, делом – втолковывать немецкому филистеру атеизм и т. д., но 1) брань по адресу философии..., которая, несмотря ни на что, составляет славу Германии, и 2) претензия на применение естественнонаучных теорий к обществу и на реформирование социализма – все это заставляет нас обратить на них внимание» [10, с.516].

Таким образом, первым побудительным мотивом для выступления Энгельса против Бюхнера и ему подобных материалистов была защита научного социализма и немецкой классической философии, в первую очередь, Гегеля, материалистически переосмысленный метод которого замечательно послужил Марксу в его теоретической работе.

Затем следует изложение, так сказать, положительной части намеренного сочинения. Сначала Энгельс излагает основные положения диалектико-материалистического мировоззрения и одновременно – план обоснования этого мировоззрения. Чтобы придать этому плану более отчетливую форму, сделаем небольшие вставки (в квадратных скобках):

¹ Числами в фигурных скобках здесь и ниже обозначаются номера заметок и фрагментов «Диалектики природы», данные в хронологическом порядке в 26 томе МЭГА [63].

[1. Существуют] «два философских направления: метафизическое с неподвижными категориями, диалектическое (Аристотель и особенно Гегель) – с текучими;

[2. Необходимо дать] доказательства,

[2.1] что эти неподвижные противоположности основания и следствия, причины и действия, тождества и различия, видимости и сущности не выдерживают критики,

[2.2] что анализ обнаруживает один полюс уже как наличествующий *in nuce* (в зародыше) в другом,

[2.3] что в определенной точке один полюс превращается в другой,

[2.4] что вся логика развертывается только лишь из этих движущихся вперед противоположностей.

[3] Это у самого Гегеля мистично, ибо категории выступают у него как что-то предсуществующее, а диалектика реального мира – как их простой отблеск.

[Необходимо показать, что] в действительности наоборот: диалектика головы – только отражение форм движения реального мира, как природы, так и истории» [10, с.516-519].

Заметим, что пп.2.2–2.4 – несколько иначе сформулированные – спустя три года Энгельс в «Анти-Дюринге» назовет основными законами диалектики; 2.2 – взаимного проникновения противоположностей; 2.3. – перехода количества в качество; 2.4. – отрицания отрицания.

Далее Энгельс указывает:

«До конца прошлого столетия и даже до 1830 г. естествоиспытатели более или менее обходились при помощи старой метафизики, ибо действительная наука не выходила еще за пределы механики, земной и космической. Однако известное замешательство вызвала уже высшая математика, которая рассматривает вечную истину низшей математики как преодоленную точку зрения, часто утверждает нечто противоположное ей и выставляет положения, кажущиеся представителю низшей математики просто бессмыслицей. Здесь затвердевшие категории расплавились, математика вступила в такую область, где даже столь простые отношения, как отношения абстрактного количества, дурная бесконечность, приняли совершенно диалектический вид и заставили математиков стихийно и против их воли стать диалектиками. Нет ничего комичнее, чем жалкие уловки, увертки и вынужденные приемы, к которым прибегают математики, чтобы разрешить это противоречие, примирить между собой высшую и низшую математику, уяснить себе, что то, что у них получилось в виде неоспоримого результата, не представляет собой чистой бессмыслицы, – и вообще рационально объяснить исходный пункт, метод и результаты математики бесконечного.

Но теперь все это обстоит иначе. Химия, абстрактная делимость физического, дурная бесконечность – атомистика. Физиология – клетка (процесс органического развития как отдельного индивида, так и видов путем дифференциации является убедительнейшим подтверждением рациональной диалектики) и, наконец, тождество сил природы и их взаим-

ное превращение, положившее конец всякой неподвижности категорий. Несмотря на это, естествоиспытатели в своей массе все еще крепко придерживаются старых метафизических категорий и оказываются беспомощными, когда требуется рационально объяснить и привести между собой в связь эти новейшие факты, которые, так сказать, удостоверяют диалектику в природе. А здесь волей-неволей приходится мыслить: атом и молекулу и т. д. нельзя наблюдать в микроскоп, а только посредством мышления. Сравни химиков (за исключением Шорлеммера, который знает Гегеля) и «Целлюлярную патологию» Вирхова, где общие фразы должны в конце концов прикрыть беспомощность автора. Освобожденная от мистицизма диалектика становится абсолютной необходимостью для естествознания, покинувшего ту область, где достаточны были *неподвижные категории, представляющие собой как бы низшую математику логики*¹, ее применение в условиях домашнего обихода. Философия мстит за себя задним числом естествознанию за то, что последнее покинуло ее. А ведь естествоиспытатели могли бы убедиться уже на примере естественнонаучных успехов философии, что во всей этой философии имелось нечто такое, что превосходило их даже в их собственной области (Лейбниц – основатель математики бесконечного, по сравнению с которым индуктивный осел Ньютон является испортившим дело плагиатором²; Кант – теория происхождения мира до Лапласа; Окен – первый, принявший в Германии теорию развития; Гегель, у которого [...] синтез наук о природе и их рациональная группировка представляют собой большее дело, чем все материалистические глупости, вместе взятые)» (курсив мой. – В.И.) [10, с.520].

Итак, как видно из заметки, Энгельс решил продемонстрировать несостоятельность метафизических взглядов на материале естествознания и обосновать необходимость диалектики для естествознания.

Подчеркнем: естествознание должно усвоить материалистическую диалектику не в силу какого-то «веления времени», а потому, что необходимо «рационально объяснить и привести между собой в связь ... новейшие факты, которые, так сказать, удостоверяют диалектику в природе» [10, с.520].

Теперь обратим внимание на слова «синтез наук о природе» в последнем предложении заметки «Бюхнер», поскольку после этого Энгельс написал заметку {2}, в которой дал набросок «синтеза наук о природе»³.

¹ Позже Энгельс напишет: «Как математика переменных величин относится к математике постоянных величин, так вообще диалектическое мышление относится к метафизическому» [14, с.125].

² Позже Энгельс пересмотрит свою оценку вклада Ньютона в развитие математики. Осенью 1875 г. он запишет, что дифференциальное и интегральное исчисление «было в общем и целом завершено, а не изобретено, Ньютоном и Лейбницем» [10, с.573].

³ Это обстоятельство автор обнаружил благодаря тому, что читал материалы «Диалектики природы» согласно хронологическому указателю 26-го т. МЭГА. В тексте «Диалектики природы», опубликованном в 20-м т. Сочинений К.Маркса

Заметка озаглавлена: «Диалектика естествознания» (отметим: естествознания, а не природы! — В.И.). Позже Энгельс напишет: «Диалектика — наука о всеобщей связи» [10, с.520], а также, что «взглянуть на результаты изучения природы диалектически» означает «с точки зрения их собственной связи» [18, с.305]). Соответственно, «диалектика естествознания» — это — в низшей форме — правильная, являющаяся отражением объективно существующих связей система наук о природе (синтез наук), в высшей — естествознание, развитое в его собственной внутренней связи, т. е. построенное диалектико-материалистическим методом.

Текст заметки «Диалектика естествознания» во многом совпадает с текстом письма Энгельса Марксу от 30 мая 1873 г. [51], которое начинается словами: «Дорогой Мавр! Сегодня утром в постели мне пришли в голову следующие диалектические мысли по поводу естественных наук» [там же, с.67], после которых следует изложение заметки {2}, разумеется, не дословное. Надо полагать, Энгельс сначала изложил свои мысли в заметке, а затем написал письмо Марксу. Поскольку есть два близких текста, излагающих одни и те же идеи, заметку и письмо следует читать параллельно.

Итак: «*Диалектика естествознания*. Предмет — движущееся вещество (в письме уточнено: «Предмет естествознания — движущаяся материя, телá» [51, с.67]). Различные формы и виды самого вещества можно познать опять-таки только через движение... Следовательно, природа движущихся тел вытекает из форм движения» [10, с.563]. «...Естествознание познает телá, только рассматривая их в отношении друг к другу, в движении. Познание различных форм движения и есть познание тел. Таким образом, изучение этих различных форм движения является главным предметом естествознания» [51, с.68].

Далее Энгельс излагает набросок системы естествознания, где приводит объективно существующие связи между различными науками о природе, являющиеся отражением осуществляющихся в действительности процессов перехода от одной формы движения к другой.

«Первая, наипростейшая форма движения — это механическая, простое перемещение...» [10, с.563]¹. Механическое движение заканчивается

и Ф.Энгельса, заметка «Бюхнер» находится в разделе, названном составителями «Естествознание и философия», заметка «Диалектика естествознания» — в разделе «Формы движения материи. Классификация наук», причем в середине раздела. Кроме того, составители текста, опубликованного в 20-м т. Сочинений, присоединили к заметке «Бюхнер» заметку {9}, начинающуюся словами «По поводу претензии Бюхнера судить о социализме...» [10, с.520], написанную после семи других заметок. Читая 20-й том, обнаружить связь заметки с предложением, где говорится о синтезе наук о природе, невозможно.

¹ В статье [356] провозглашается необходимость отказа от этого положения.

контактом тел в форме удара или трения, которые «при определенных обстоятельствах производят новые, уже не только механические действия: теплоту, свет, электричество, магнетизм» [51, с.68].

«Эти различные силы (за исключением звука) – физика небесных тел – а) переходят друг в друга и взаимно замешают друг друга, и б) на известной ступени количественного нарастания каждой из этих сил, различной для каждого тела, в подвергающихся их действию телах – будут ли это химически сложные тела или несколько химически простых тел – появятся химические изменения. И мы попадаем в область химии...

[Химия] синтезирует такие тела, которые встречаются только в органической природе. Здесь химия подводит к органической жизни, и она продвинулась достаточно далеко вперед, чтобы гарантировать нам, что *она одна* объяснит нам диалектический переход к организму» [10, с.564]. «Она образует переход к науке об организме, но диалектический переход может быть установлен только тогда, когда химия совершит этот действительный переход или будет близка к этому»¹ [51, с.71]

«4. Но *действительный* переход только в истории – солнечной системы, Земли; *реальная* предпосылка органической природы.

5. Органическая природа» [10, с.564].

Последние два пункта в письме Марксу Энгельс изложил более осторожно: «4. Организм – здесь я пока не пускаюсь ни в какую диалектику»² [51, с.71].

Письмо Марксу от 30 мая 1873 года заканчивается словами: «Если вы полагаете, что все это имеет какое-либо значение – не рассказывайте никому об этом, чтобы какой-нибудь паршивый англичанин не обокрал меня; обработка, во всяком случае, потребует еще много времени» [51, с.71]. Можно заключить, что Энгельс осознал, что высказанные им в письме идеи представляют ценность для науки, но понимал, что их нужно долго обрабатывать. Можно также предположить, что Энгельс недооценил значение для теоретического естествознания высказанных им идей, поскольку вскоре после написания этой заметки прервал занятия естествознанием более чем на год.

В 1844 г. в статье «Положение Англии. Восемнадцатый век» Энгельс писал: «Для восемнадцатого века характерной была идея энциклопедии; она покоилась на сознании того, что эти науки связаны между собой, но она не была еще в состоянии совершать переходы от одной науки к другой, а могла лишь просто ставить их рядом» [20, с.599]. В 1873 году он показал, как нужно совершать переходы от од-

¹ Напротив этого места на письме имеется пометка «В этом-то и суть!» (см. [51, с.71]), сделанная другом Маркса и Энгельса, известным химиком-органиком Карлом Шорлеммером, который с 1871 г. был членом Лондонского королевского общества, а в 1874 г. стал первым в мире профессором органической химии. О нем см. [617].

² К.Шорлеммер приписал: «Я тоже. К.Ш.» (см. [51, с.71]).

ной науки к другой. В заметке «Диалектика естествознания» дан не только набросок основанной на самой действительности системы наук, но и план развития естествознания в его собственной внутренней связи — диалектико-материалистическим методом, когда связь различных отраслей (частей) естествознания (различных наук) является отражением переходов различных форм движения, которые изучаются этими науками.

Более того, в заметке «Диалектика естествознания» дается набросок развития естествознания **методом восхождения от абстрактного к конкретному**. В ряду: механика — физика — химия — биология — каждая предыдущая наука входит в качестве абстрактного момента в последующую. В ряду: механическое движение — теплота, электричество — химическое движение — биологическое движение — каждая предыдущая форма движения является абстрактным моментом последующей ¹. Этот набросок является планом создания диалектико-материалистического естествознания ².

Таким образом, в начале 1873 г. у Энгельса возникло два грандиозных замысла, относящиеся к естествознанию. Первый — обоснование необходимости применения диалектических категорий в теоретическом естествознании. Второй — создание основанной на самой природе системы естествознания, а в перспективе — развитие единой науки о природе методом восхождения от абстрактного к конкретному.

Чтобы читатель представил себе масштабы этих замыслов, заметим, что в области реализации первого замысла множеству советских философов работы хватило на несколько десятилетий, а развивать естествознание методом восхождения от абстрактного к конкретному до сих пор никто и не пытался.

Далее на том же листе следует ряд коротких заметок, касающихся главным образом относительности категорий:

{3} «Делимость. Млекопитающее неделимо, у пресмыкающегося еще может вырасти нога. — Эфирные волны и измеримы до бесконечно малого. — Каждое тело делимо, на практике, в известных границах, например в химии» [10, с.560].

{4} «Сцепление — уже у газов отрицательное — превращение притяжения в *отталкивание*; это последнее реально только в газах и эфире (?)» [там же, с.601].

¹ «...Абстрактность — категория не только идеального, а и материального мира. Механические структуры и процессы более абстрактны по сравнению с химическими, а эти последние — по сравнению с биологическими и т.п.» (Ю. А. Жданов) [241, с.65].

² И те, которые поместили заметку «Диалектика естествознания» в тексте «Диалектики природы» не после наброска плана, а в середине одного из разделов, продемонстрировали полное непонимание идеи Энгельса.

{5} «Агрегатные состояния — узловые точки, где количественное изменение переходит в качественное» [там же, с.601].

{6} «Секки ¹ и папа» [там же, с.592].

{7} «Ньютоновское притяжение и центробежная сила — пример метафизического мышления: проблема не решена, а только поставлена, и это преподносится как решение. — То же самое относится к рассеянию теплоты [Wärmeabnahme] по Клаузиусу» [там же, с.588].

{8} «Теория Лапласа предполагает только движущуюся материю — вращение необходимо у всех парящих в мировом пространстве тел» [там же, с.589].

Последним на листе «Naturdialektik I» записан фрагмент {9}, начинающийся словами: «По поводу претензии Бюхнера судить о социализме...» [там же, с.521], состоящий из ряда высказываний, записанных Энгельсом в ходе чтения «Энциклопедии философских наук» Гегеля.

После заполнения листа «Naturdialektik I» Энгельс более чем на год забросил занятия естествознанием ². В 1873–1874 гг. он активно помогал становлению революционных рабочих партий, боролся с бакунистами, отстаивал научный социализм в печати [223]. За всем этим вопросы естествознания отошли на второй план.

Обоснование необходимости применения диалектических законов и категорий в естествознании. Обсуждение проблем биологии (осень 1874 г.)

21 сентября 1874 г. Энгельс написал Марксу:

«Я глубоко погружен в учение о сущности. Вернувшись с Джерси, я нашел здесь речи Тиндалля и Гексли в Белфасте, в которых снова обнаруживаются неумение этих людей разобраться в вещи в себе и отчаянная жажда спасительной философии. Это — после всяческих помех в течение первой недели — снова дало мне повод заняться диалектикой. Ограниченный рассудок естествоиспытателей может использовать только отдельные места большой Логики, хотя она значительно глубже проникает в диалектическую сущность вещей; напротив, изложение в «Энциклопедии» как будто создано для этих людей, иллюстрации берутся в значительной степени из их области и очень убедительны, притом ввиду большой популярности изложения более свободны от идеализма; а так

¹ А. Секки (1818–1878) — итальянский астроном, директор Римской обсерватории, известный исследованиями Солнца и звезд; иезуит.

² Поэтому нельзя согласиться с тем утверждением Б.М. Кедрова, что после написания письма Марксу от 30 мая 1873 г. «Энгельс развертывает огромную теоретическую работу над задуманным трудом, который позднее получит у него название «Диалектика природы» [317, с.53].

как я не хочу избавлять этих господ от наказания читать самого Гегеля, то здесь настоящий клад...» [52, с.105].

Итак, Энгельс, по его словам, снова занялся диалектикой. Так сказать, вещественные результаты этих занятий представляют собой 55 заметок и фрагментов (с {10} по {64}), которые записаны на листах, озаглавленных «Naturdialektik 2» – «Naturdialektik 7». Эта работа продолжалась примерно месяц.

По-видимому, прежде чем делать какие-то записи, Энгельс перечитал свои заметки 1873 года и в развитие той мысли, что трение и удар «производят звук, теплоту, свет, электричество, магнетизм» [10, с.564], написал заметку {10}:

«Трение и удар порождают внутреннее движение соответствующих тел, молекулярное движение, дифференцирующееся, в зависимости от обстоятельств, на теплоту, электричество и т. д. *Однако это движение – только временное: cessante causa cessant effectus* (с прекращением причины прекращается и ее действие. – Ред). На известной ступени все они превращаются в *перманентное молекулярное изменение – химическое*» [10, с.607].

Затем Энгельс написал заметку, которая начинается словами {11} «Causa finalis – материя и внутренне присущее ей движение...» [10, с.558]. Возможно, эта заметка появилась как дополнение к заметке {8} «Теория Лапласа...» [там же, с.589], т. к. в ней говорится, в частности, о *газовом шаре туманности*.

Следующая заметка написана как бы в ответ на речи Тиндаля и Гексли:

{12} «Формой развития естествознания, поскольку оно мыслит, является *гипотеза*... Количество и смена вытесняющих друг друга гипотез, при отсутствии у естествоиспытателей логической и диалектической подготовки, легко вызывают у них представление о том, будто мы не способны познать сущность вещей... Последняя форма этого взгляда – «вещь в себе». Это утверждение, что мы не способны познать вещь в себе (Гегель, «Энциклопедия», § 44), во-первых, выходит из области науки в область фантазии. Оно, во-вторых, ровно ничего не прибавляет к нашему научному познанию, ибо если мы не способны заниматься вещами, то они для нас не существуют. И, в-третьих, это утверждение – не более чем фраза, и его никогда не применяют на деле...» [10, с.555-556].

Далее следует ряд заметок (с {13} примерно по {30}), появившихся, судя по содержанию, по ходу чтения трудов Гегеля – «Энциклопедии философских наук», «Науки логики», «Истории философии». В 2/3 из них либо содержатся ссылки на труды Гегеля, либо упоминается Гегель. Энгельс выписывает мысли, которые могут пригодиться при создании и развитии естественнонаучных теорий.

{13} «Превращение притяжения в отталкивание и обратно у Гегеля мистично, но по сути дела он здесь предвосхитил позднейшие естественнонаучные открытия» [10, с.559].

{14} «Взаимопротивоположность рассудочных определений мысли: *поляризация*. Подобно тому как электричество, магнетизм и т. д. поляризуются, движутся в противоположностях, так и мысли. Как там нельзя удержать одну какую-нибудь односторонность, о чем не думает ни один естествоиспытатель, так и здесь тоже» [там же, с.528].

В последней заметке дается пример аналогии между процессами мышления и природными явлениями.

В дополнение в заметке {12} «Формой развития естествознания, поскольку оно мыслит, является *гипотеза...*» [10, с.555] написаны заметки {15} «Для того, кто отрицает причинность, всякий закон природы есть гипотеза...» [там же, с.547], а также {16} «*Вещь в себе*» [там же, с.556], где цитируется Гегель и делается заключение: «Таким образом, Гегель здесь гораздо более решительный материалист, чем современные естествоиспытатели» [там же, с.556].

Далее снова обсуждаются различные категории, их относительность: {17} «Истинная природа определений «сущности» указана самим Гегелем... «В сущности все относительно» (например положительное и отрицательное, которые имеют смысл только в своем взаимоотношении, а не каждое само по себе)» [там же, с.528], {19} «Например, уже часть и целое — это такие категории, которые становятся недостаточными в органической природе...» [там же, с.528], {20} «*Абстрактное тождество*» [там же, с.529–530], {21} «*Положительное и отрицательное*» [там же, с.531], {22} «*Жизнь и смерть*» [там же, с. 259], {23} «*Дурная бесконечность*» [там же, с.551–552], {24} «*Тождество. Прибавление*.¹ Постоянное изменение, т. е. снятие абстрактного тождества с самим собой...» [там же, с.530], {25} «Простое и составное» [там же, с.528–529], {26} «Первоматерия» [там же, с.558].

Среди этих заметок выделяется следующая:

{18} «Так называемые аксиомы математики — это те немногие мыслительные определения, которые необходимы в математике в качестве исходного пункта. Математика — это наука о величинах²; она исходит из понятия величины. Она дает последней скудную, недостаточную дефиницию и прибавляет затем внешним образом, в качестве аксиом, другие элементарные определенности величины, которые не содержатся в дефиниции, после чего они выступают как недоказанные и, разумеется, также и недоказуемые

¹ См. [63, S.17]. В тексте, который помещен в 20-м т. Сочинений К. Маркса и Ф. Энгельса, эта заметка дается как продолжение заметки {20} «Абстрактное тождество», причем слова «Тождество. Прибавление» опущены [10, с.530].

² Потом Энгельс уточнит: «чистая математика имеет своим объектом пространственные формы и количественные отношения» [14, с.37].

математически. Анализ величины выявил бы все эти аксиоматические определения как необходимые определения величины... Они (аксиомы – В.И.) доказуемы диалектически, поскольку они не чистые тавтологии» [10, с.572].

В этой заметке не только высказаны ценные идеи относительно аксиом математики, но и указано, как следует развивать в собственной внутренней связи математику, точнее, ту ее часть, в который речь идет о величинах.

Затем следует ряд заметок, в которых речь идет о некоторых понятиях и положениях физики: {28} «Сила» [10, с.595-598], {29} «Неуничтожимость движения выражена в положении Декарта, что во вселенной сохраняется всегда одно и то же количество движения...» [там же, с.560-561], {31} «Сила (см. выше)» [там же, с.598], {32} «Движение и равновесие» [там же, с.561-562], {33} «Причинность» [там же, с.544-546], {34} «Ньютоновское тяготение» [там же, с.598-599], {36} «Взаимодействие...» [там же, с.546-547], {37} «Неуничтожимость движения» [там же, с.561], {38} «Механическое движение» [там же, с.563], {39} «Делимость материи» [там же, с.560], {60} «Сила» [там же, с.595]. В заметках {36}, {37}, {38} есть ссылки на книгу Грова.

Заметки появились, по-видимому, в связи с чтением «Философии природы» Гегеля, но в них уже не просто демонстрируется необходимость для естествознания тех или иных диалектических категорий или их переходы категорий друг в друга, а **дается анализ содержания различных понятий и положений физики.**

Приведем ряд фрагментов из этих заметок, демонстрирующих как Энгельс анализировал содержание категорий физики.

В заметке {28} «Сила» говорится: «Когда какое-нибудь движение переносится с одного тела на другое, то, *поскольку движение переходит*, поскольку оно активно, его можно рассматривать как причину движения, *поскольку это последнее является переносимым*, пассивным, и в таком случае эта причина, это активное движение выступает как сила, а пассивное движение – как ее проявление. Согласно закону неуничтожимости движения, отсюда само собой следует, что сила в точности равна своему проявлению, так как ведь в обоих случаях это – одно и то же движение. Но переносящееся движение более или менее поддается количественному определению, так как оно проявляется в двух телах, из которых одно может служить единицей-мерой для измерения движения в другом. Измеримость движения и придает категории силы ее ценность. Без этого она не имеет никакой ценности. Таким образом, чем более доступно измерению движение, тем более пригодны при исследовании категории силы и ее проявления...»

Недостаток: 1) Сила обыкновенно трактуется как нечто существующее самостоятельно (Гегель, «Философия природы», стр. 79).

2) *Скрытая*, покоящаяся сила — объяснить это из отношения между движением и покоем (инерцией, равновесием), где также разобрать вопрос о возбуждении силы» [10, с.595-598].

{33} «*Причинность*. Первое, что нам бросается в глаза при рассмотрении движущейся материи — это взаимная связь отдельных движений отдельных тел между собой, их обусловленность друг другом. Но мы находим не только то, что за известным движением следует другое движение, мы находим также, что мы в состоянии вызвать определенное движение, создав те условия, при которых оно происходит в природе; мы находим даже, что мы в состоянии вызвать такие движения, которые вовсе не встречаются в природе (промышленность), — по крайней мере, не встречаются в таком виде, — и что мы можем придать этим движениям определенные заранее направление и размеры. Благодаря этому, благодаря деятельности человека и обосновывается представление о причинности о том, что одно движение есть причина другого...» [там же, с.544-545].

В заметке {38} «*Механическое движение*» Энгельс указывает на неправильное применение естествоиспытателями категории движения:

«У естествоиспытателей движение всегда отождествляется с механическим движением, перемещением, и это отождествление считается чем-то само собой разумеющимся. Это перешло по наследству от дохимического XVIII века и сильно затрудняет ясное понимание процессов. Движение в применении к материи — это *изменение вообще...*» [там же, с.563].

В заметке {29} Энгельс, с одной стороны, обсуждает положение теоретического естествознания о неуничтожимости движения, а с другой — приводит пример из числа «естественнонаучных успехов философии» [там же, с.520]:

{29} «Неуничтожимость движения выражена в положении *Декарта*, что *во вселенной сохраняется всегда одно и то же количество движения*. Естествоиспытатели, говоря о «неуничтожимости силы», выражают эту мысль несовершенным образом. Чисто количественное выражение Декарта тоже недостаточно: движение как таковое, как существенное проявление, как форма существования материи неуничтожимо как сама материя, — эта формулировка включает в себя количественную сторону дела. Значит, и здесь естествоиспытатель через двести лет подтвердил философа» [10, с.560-561].

Затем Энгельс начал читать работы биолога Э. Геккеля. В связи с прочитанным пишет заметки {40} «*Естествоиспытательское мышление*» [10, с.521-522], {41} «*Индукция и дедукция...*» [там же, с.541], {42} «В случае с *Океаном...* ясно выступает бессмыслица» [там же, с.522], {43} «*Causae finales u efficientes...*» [там же, с.523], {44} «С богом никто не обращается хуже, чем верующие в него естествоиспытатели...» [там же, с.514-515], {45} «*Зачатки в природе...*» [там же, с.624], {46} «*Единство природы и духа*» [там же, с.536-537], {49} «*Протисты*» [там же,

с.617-619], {50} «*Индивид*» [там же, с.619], {51} «Повторение морфологических форм» [там же, с.620]; {52} «По отношению ко всей истории развития организмов» [там же, с.620]; {53} «Вся органическая природа является одним сплошным доказательством тождества или неразрывности формы и содержания» [там же, с.619-620], {59} «*Generatio aequivoca* (Самопроизвольное зарождение – Ред.)» [там же, с.611-612], {61} «Геккель, «Антропогенія»» [там же, с.523].

В части этих заметок Энгельс **высказывает критические замечания по поводу методов мышления естествоиспытателей.**

{40} «*Естествоиспытательское мышление*: Агассисовский план творения, согласно которому бог творит, начиная от общего, переходя к особенному и затем к единичному, создавая сперва позвоночное как таковое, затем млекопитающее как таковое, хищное животное как таковое, род кошек как таковой и только под конец – льва и т. д., т. е. творит сперва абстрактные понятия в виде конкретных вещей, а затем конкретные вещи!...» [10, с.521-522].

{42} «В случае с Океном (Геккель, стр. 85 и следующие) ясно выступает бессмыслица, получившаяся от дуализма между естествознанием и философией. Идя чисто мыслительным путем, Окен открывает протоплазму и клетку, но никому не приходит в голову подвергнуть этот вопрос естественнонаучному исследованию – мышление должно решить его! ...» [там же, с.522].

{43} «*Causae finales u efficientes* превращены Геккелем (стр. 89, 90) в целесообразно действующие и механически действующие причины, потому что для него *causa finalis* = богу! Точно так же для него «механическое» в кантовском смысле без дальнейших рассуждений = монистическому, а не =механическому в смысле механики. При подобной терминологической путанице неизбежна бессмыслица...» [там же, с.523].

В ряде этих заметок, написанных на материале биологии, Энгельс **приводит примеры относительности понятий, подвижности категорий, развития в природе:**

{45} «Зачатки в природе: государства насекомых (обыкновенные насекомые не выходят за рамки чисто природных отношений); здесь даже социальный зачаток...» [10, с.624].

{50} «*Индивид*. И это понятие превратилось в совершенно относительное...» [там же, с.619].

{53} «Вся органическая природа является одним сплошным доказательством тождества или неразрывности формы и содержания...» [там же, с.619].

В заметке {49} «*Протисты*» Энгельс, основываясь на работах Геккеля и Николсона, прослеживает развитие живых организмов от так называемых монер (бесклеточных) через несколько ступеней до многоклеточных [там же, с.617-619].

Отметим, что в письме Марксу от 30 мая 1873 г. Энгельс писал: «Организм — здесь я пока не пускаюсь ни в какую диалектику» [51, с.71]. Здесь он уже начал высказываться о диалектике в живой природе.

Более того, в заметке {59} «Generatio aequiosa (Самопроизвольное зарождение)» [10, с.611-612] Энгельс высказался не только о диалектике в живой природе, а **по существу спора, который вели биологи**. Кроме прочего, он пишет: «Опыты Пастера в этом отношении бесполезны: тем, кто верит в возможность самозарождения, он никогда не докажет одними этими опытами невозможность его. Но они важны, ибо проливают много света на эти организмы, их жизнь, их зародыши и т. д.» [там же, с.611-612].

На листах, где написаны главным образом заметки по биологии, находятся две заметки, касающиеся классификации наук и построения системы естествознания:

{47} «*Классификация наук*¹, из которых каждая анализирует отдельную форму движения или ряд связанных между собой и переходящих друг в друга форм движения, является, вместе с тем классификацией, расположением, согласно внутренне присущей им последовательности, самих этих форм движения, и в этом именно и заключается ее значение» [10, с.564-565].

{48} «В конце прошлого века, после французских материалистов, материализм которых был по преимуществу механическим, обнаружилась потребность *энциклопедически резюмировать* все естествознание *старой* ньютоново-линнеевской школы, и за это дело взялись два гениальнейших человека — *Сен-Симон* (не закончил) и *Гегель*. Теперь, когда новое воззрение на природу в своих основных чертах готово, ощущается та же самая потребность и предпринимаются попытки в этом направлении. Но так как теперь в природе выявлена всеобщая связь развития, то внешняя группировка материала в виде такого ряда, члены которого просто прикладываются один к другому, в настоящее время столь же недостаточна, как и гегелевские искусственные диалектические переходы. Переходы должны совершаться сами собой, должны быть естественными. Подобно тому как одна форма движения развивается из другой, так и отражения этих форм, различные науки, должны с необходимостью вытекать одна из другой» [10, с.565].

В эту же рабочую фазу Энгельс написал ряд заметок по ходу чтения книг по физике.

По-видимому, как дополнение к заметке {39} «*Делимость материи...*» [там же, с.560] Энгельс написал заметку:

{54} «Кинетическая теория газов: В идеальном газе... молекулы находятся уже на столь большом расстоянии друг от друга, что можно пренеб-

¹ Это единственная заметка из «Диалектика природы», где есть слова «классификация наук».

речь их взаимным воздействием друг на друга» (Клаузиус, стр. 6). *Что заполняет промежутки?* Тоже эфир. Здесь, значит, *постулируется такая материя, которая не расчленена на молекулярные или атомные клетки*» [там же, с.601-602].

Спустя некоторое время как продолжение этой заметки Энгельс записал:

{58} «Переходы от одной противоположности к другой в теоретическом развитии: от *hooqo vasui* (боязнь пустоты – Ред.) переходят сейчас же к абсолютно пустому мировому пространству; и лишь затем появляется *эфир*» [там же, с.602].

Еще он написал заметку {55}:

«Принцип тождества в старо-метафизическом смысле есть основной принцип старого мировоззрения: $a=a$. Каждая вещь равна самой себе. Все считалось постоянным – солнечная система, звезды, организмы. Естествознание опровергло этот принцип в каждом отдельном случае, шаг за шагом; но в области теории он все еще продолжает существовать, и приверженцы старого все еще противопоставляют его новому: «вещь не может быть одновременно сама собой и другой»...» [там же, с.530-531].

После этого Энгельс пишет заметку, в которой обобщает критику методов мышления естествоиспытателей:

{56} «Естествоиспытатели воображают, что они освобождаются от философии, когда игнорируют или бранят ее. Но так как они без мышления не могут двинуться ни на шаг, для мышления же необходимы логические категории, а эти категории они некритически заимствуют либо из обычного общего сознания так называемых образованных людей, над которым господствуют остатки давно умерших философских систем, либо из крох прослушанных в обязательном порядке университетских курсов по философии (которые представляют собой не только отрывочные взгляды, но и мешанину из воззрений людей, принадлежащих к самым различным и по большей части к самым скверным школам), либо из некритического и несистематического чтения всякого рода философских произведений, то в итоге они все-таки оказываются в подчинении у философии, но, к сожалению, по большей части самой скверной, и те, кто больше всех ругает философию, являются рабами как раз наихудших вульгаризированных остатков наихудших философских учений» [10, с.524-525].

Затем пишет набросок истории развития современного ему естествознания, начиная с эпохи Возрождения {57} «Из области истории» [там же, с.508-510], в котором речь идет о том, как в естествознании возникла необходимость в использовании подвижных диалектических категорий.

Спустя некоторое время, как дополнение к заметке «Из области истории» Энгельс записал пример исторического развития в природе: {62} «*Майер*, «Механическая теория теплоты», стр. 328: *уже Кант вы-*

сказал ту мысль, что приливы и отливы производят замедляющее действие на вращение Земли...» [там же, с.602]

А после этого: {63} «Пример необходимости диалектического мышления и того, что в природе нет неизменных категорий и отношений: закон падения, который становится неверным уже при продолжительности падения в несколько минут...» [там же, с.594].

Последней в эту рабочую фазу Энгельс написал большую заметку {64} «Мориц Вагнер, «Спорные вопросы естествознания» [там же, с.612-616], которая содержит критические замечания по поводу статьи М.Вагнера.

В этой заметке, как и в заметке {59} «Generatio aequiosa (Самопроизвольное зарождение)» [там же, с.611-612], Энгельс обсуждает спорные вопросы биологии. Здесь он критикует воззрения авторитетных ученых – Либиха, Гельмгольца, рассматривает вопрос о происхождении жизни, приводит аргументы против гипотезы панспермии, согласно которой зародыши жизни переносятся с одного небесного тела на другое.

В этой же заметке Энгельс **дает определение понятия жизни:** «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является *постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой...*» [там же, с.616]. В примечании разъясняет: «И у неорганических тел может происходить подобный обмен веществ... Но разница заключается в том, что в случае неорганических тел обмен веществ разрушает их, в случае же органических тел он является необходимым условием их существования» [там же].

Формулируя определение жизни, Энгельс тем самым вносит определенный вклад в развитие теоретической биологии.

Затем Энгельс снова прерывает занятия естествознанием – на 13 месяцев!

Подведем кратко итоги того, чем занимался Энгельс в области естествознания и что он сделал для развития диалектико-материалистического естествознания осенью 1874 года.

В этот период Энгельс (1) искал доказательства того, что диалектические, подвижные категории имеют прообразы в природе, что имеется аналогия между процессами мышления и природы, что переходы противоположных категорий друг в друга отражают переходы в действительности; (2) продемонстрировал ряд ошибок естествоиспытателей, проистекающих от их неумения использовать категории и незнакомства с философией; (3) проанализировал ряд категорий физики – сила, движение и равновесие, причинность, взаимодействие, движение, механического движения; (4) обсудил ряд положений физики – о делимости материи и неуничтожимости движения; (5) сформулировал, как следует развивать математику в ее собственной внутренней связи; (6)

высказал соображения о некоторых спорных вопросах биологии; (7) дал определение жизни – категории биологии.

Отметим, что пп. (1) и (2) относятся к обоснованию необходимости сознательного применения материалистической («освобожденной от мистицизма» [10, с.520]) диалектики в теоретическом естествознании, а пп. (3) – (7) – это исследования в области теоретического естествознания, приближающие создание диалектико-материалистического естествознания.

Обоснование необходимости материалистической диалектики для естествознания. Критические замечания по поводу различных наук. Написание «Введения» (ноябрь 1875 г. – май 1876 г.)

К занятиям естествознанием Энгельс снова приступил в ноябре 1875 г. По май 1876 г. он написал 36 заметок и фрагментов {65} – {95}, {97}, {100} – {103} – на листах от «Naturdialektik 8» до «Naturdialektik 11», а также листах без названия. К этому же периоду относят заметку {96} «Левкипп и Демокрит» [10, с.504-505], написанную рукой Маркса на древнегреческом. В этот же период Энгельс написал {98} «Введение» [там же, с.345-363]. Перечитаем записи, сделанные Энгельсом, и проанализируем, над чем он размышлял в этот период.

Первой была написана заметка {65} «Реакция» [там же, с.610]. В ней дан анализ содержания понятия реакции применительно к различным явлениям (механическим, физическим, химическим, биологическим), подобный анализу содержания категории силы (см. {28} «Сила» [там же, с.595-598]), а также высказаны соображения, дополняющие мысли по поводу различия обмена веществ в живой и неживой природе, высказанные в заметке {64} «Мориц Вагнер, «Спорные вопросы естествознания»» [там же, с.612-616].

Позже Энгельс написал еще две маленькие заметки, касающиеся диалектики в живой природе – {72} «Vertebrata (Позвоночные)» [там же, с.623] и {75} «Батибий» [там же, с.619]. В первой речь идет о том, что у позвоночных – в отличие от низших животных – центральная нервная система организует тело, во второй – о том, что «уже первичная форма белка ... носит в себе зародыш и способность к образованию скелета» [там же, с.619]. Он также написал заметку {83} «Struggle for life» (Борьба за жизнь) [там же, с.622-623], которая представляет собой черновик частично цитированного выше письма П.Л. Лаврову, где излагается оценка «борьбы за существование» в теории Дарвина, а также объясняется, что, поскольку человек производит, то законы животного мира нельзя без оговорок переносить на человеческое общество.

После заметки «Реакция» следует несколько заметок, касающихся диалектики в математике, т.е. переходов противоположных категорий математики друг в друга, относительности противоположностей в математике: {66} «*Тождество и различие* — диалектическое отношение уже в дифференциальном исчислении, где dx бесконечно мало, но тем не менее действенно и производит все» [там же, с.580]. {67} «*Из области математики*» [там же, с.572-573], где обсуждается относительность четырех арифметических действий, {68} «*Асимптоты*» [там же, с.579], {70} «*Прямое и кривое*» [там же, с.579-580], где обсуждается относительность и переходы прямого и кривого, {69} «*Нулевые степени*» [там же, с.577-578].

По-видимому, эти заметки появились в связи с чтением курса Ш. Боссю «Дифференциальное и интегральное исчисление», на который дается ссылка в заметке «*Прямое и кривое*». На полях заметки «*Из области математики*» Энгельс записал:

«Поворотным пунктом в математике была Декартова переменная величина. Благодаря этому в математику вошли движение и тем самым диалектика, и благодаря этому же, стало немедленно необходимым дифференциальное и интегральное исчисление, которое тотчас и возникает и которое было в общем и целом завершено, а не изобретено, Ньютоном и Лейбницем» [там же, с.573].

Отметим, что в заметке {67} «*Из области математики*» Энгельс не только демонстрирует относительность четырех арифметических действий, но и обращает внимание на то, что «это превращение из одной формы в другую, противоположную, вовсе не праздная игра, — это один из самых могучих рычагов математической науки, без которого в настоящее время нельзя произвести ни одного сколько-нибудь сложного вычисления» [там же, с.573].

Затем Энгельс принялся за чтение книги П.Л.Лаврова «Опыт истории мысли» [366]. Пишет заметки {71} «*Эфир*» [там же, с.602], {73} «*Излучение теплоты в мировое пространство*» [там же, с.599]. В этих заметках Энгельс рассматривает проблемы физики космоса, причем такие, окончательного решения которых нет до сих пор, и высказывает очень интересные соображения по этим проблемам. Эти заметки приводятся и обсуждаются в шестой главе настоящей монографии.

Далее идет ряд заметок, касающихся методов мышления. {76} «*Рассудок и разум*. Это гегелевское различие, согласно которому только диалектическое мышление разумно, имеет известный смысл. Нам общи с животными все виды рассудочной деятельности...» [там же, с.537]; {77} «*Всеиндуктивистам*» [там же, с.542-543], где критикуются те, кто считает индукцию единственно правильным методом познания. Несколько позже, в заметке {86} «*Индукция и анализ*» [там же, с.543-544] Энгельс снова возвращается к критике всеиндуктивистов и

пишет о том, что «Термодинамика дает убедительный пример того, насколько мало обоснована претензия индукции быть единственной или хотя бы преобладающей формой научных открытий» [там же, с.543], что Сади Карно первый серьезно взялся за объяснение получения механического движения из теплоты в паровой машине, но не путем индукции [там же, с.543-544].

В этот же период Энгельс написал ряд заметок по поводу некоторых **теоретических проблем физики**.

{74} «Ньютоновский параллелограмм сил в солнечной системе истинен, в лучшем случае, *для того момента, когда кольца отделяются...*» [там же, с.589]; {78} «Кинетическая теория должна доказать, как молекулы, стремящиеся вверх, могут одновременно оказывать давление вниз...» [там же, с.601], {79} «Клаузиус — if соггест — доказывает, что мир сотворен, следовательно, что материя сотворима...» [там же, с.599-600]; «В каком бы виде ни выступало перед нами *второе положение Клаузиуса* и т. д., во всяком случае, согласно ему, энергия теряется, если не количественно, то качественно..» [там же, с.600]. Последняя заметка, в свое время сыграла огромную роль в проводимых автором исследованиях в области оснований термодинамики, и вместе с предыдущей полностью приводится и подробно обсуждается в седьмой главе.

По-видимому, в связи с чтением сочинений физиков Энгельс написал заметку {85} «*Работа*» [там же, с.624-625], где дается предварительный анализ категории работы, вскрывается ошибочность отождествления понятий работы в физике с физиологической работой и работой в политэкономии. Заканчивается заметка словами: «(Все это основательно пересмотреть)» [10, с.625].

Интересно, что Энгельс это действительно основательно пересмотрел в написанной лет пять спустя главе «Мера движения. — Работа» [10, с.407-422], где проанализировал понятие работы в физике, о чем подробно будет сказано ниже.

В этот же период Энгельс написал несколько заметок, демонстрирующих, как выразился Герцен, «диалектику физического мира» и необходимость сознательной диалектики для естествознания. Это заметка {81}, где, в частности, сказано: «Hard and fast lines несовместимы с теорией развития... Диалектика, которая точно так же не знает hard and fast lines и безусловного, пригодного повсюду "или — или"... , является единственным, в высшей инстанции, методом мышления, соответствующим теперешней стадии развития естествознания» [10, с.527-528]; {82} «Так называемая *объективная* диалектика, царит во всей природе, а так называемая *субъективная* диалектика, диалектическое мышление, есть только отражение господствующего во всей природе движения путем противоположностей...» [там же, с.526-527]; {84} «*Свет и тьма* являются, несомненно, самой кричащей и резкой

противоположностью в природе...» [там же, с.602-603]; {100} «Вечные законы природы также превращаются все более и более в исторические законы...» [там же, с.553-554].

В какой-то момент Энгельс пишет заметку {87}, начинающуюся словами: «Необходимо изучить *последовательное развитие* отдельных отраслей естествознания» [там же, с.500-501]. В ней он обращает внимание на обусловленность возникновения и развития наук потребностями производства. Почти сразу после этого он пишет ряд заметок, касающихся истории науки и техники: {89} «РАЗЛИЧИЕ ПОЛОЖЕНИЯ В КОНЦЕ ДРЕВНЕГО МИРА (ок. 300 г.) И В КОНЦЕ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ (в 1453 г.)» [там же, с.506-507], {90} «Из области истории. — Изобретения» [там же, с.507-508], делает выписки из «Истории философии» Гегеля {95} «ВОЗЗРЕНИЕ ДРЕВНИХ НА ПРИРОДУ» [там же, с.502-504].

Между заметками, касающимися истории, написаны три заметки, содержащие главным образом выписки из книг по астрономии: {91} «МЕДЛЕР. НЕПОДВИЖНЫЕ ЗВЕЗДЫ» [там же, с.589-591] (где высказаны критические замечания по поводу так называемого поглощения света и парадокса Ольберса), {92} «Туманные пятна» [там же, с.591-592], {93} «Секки: *Сириус*» [там же, с.592].

Интересно отметить, что если в заметках, написанных в 1874 г., Энгельс упоминает Гегеля в 17 заметках, причем в 12 дает ссылки на его труды, то в эту фазу он воспользовался «Историей философии» Гегеля как источником фактических сведений при написании заметки {95} «Воззрение древних на природу» [там же, с.502-504], а также выписал несколько цитат из «Логики» Гегеля в заметке {102} «ГЕГЕЛЬ, «ЛОГИКА», Т.1» [там же, с.536]. Надо полагать, Энгельс выяснил для себя то рациональное, что было в философии Гегеля, еще в предыдущую фазу работы и стал реже обращаться к его сочинениям.

В эту же рабочую фазу Энгельс написал следующую заметку о значении философии для естествознания:

{97} «Какую бы позу ни принимали естествоиспытатели, над ними властвует философия. Вопрос лишь в том, желают ли они, чтобы над ними властвовала какая-нибудь скверная модная философия, или же они желают руководствоваться такой формой теоретического мышления, которая основывается на знакомстве с историей мышления и ее достижениями.

Физика, берегись метафизики! — это совершенно верно, но в другом смысле.

Довольствуясь отбросами старой метафизики, естествоиспытатели всё еще продолжают оставлять философии некоторую видимость жизни. Лишь когда естествознание и историческая наука впитают в себя диалектику, лишь тогда весь философский скарб — за исключением чистого

учения о мышлении — станет излишним, исчезнет в положительной науке» [10, с.525].

Если сопоставить эту заметку с написанными в первую и вторую фазы работы заметками {1} [10, с.516-520] и {56} [там же, с.524-525], то можно обнаружить интересное развитие мыслей Энгельса о значении философии для естествознания.

В заметке {1} «Бюхнер» сказано: «Освобожденная от мистицизма диалектика становится абсолютной необходимостью для естествознания, покинувшего ту область, где достаточны были неподвижные категории... Философия мстит за себя задним числом естествознанию за то, что последнее покинуло ее» [там же, с.520].

Здесь главная мысль — необходимость подвижных категорий для естествознания; также обращается внимание на «месть» философии.

В заметке {56} говорится: «Естествоиспытатели воображают, что они освобождаются от философии, когда игнорируют или бранят ее. Но так как они без мышления не могут двинуться ни на шаг, для мышления же необходимы логические категории, а эти категории они некритически заимствуют либо из обыденного общего сознания так называемых образованных людей, ... либо из крох прослушанных в обязательном порядке университетских курсов по философии..., либо из некритического и несистематического чтения всякого рода философских произведений, то в итоге они все-таки оказываются в подчинении у философии, но, к сожалению, по большей части самой скверной...» [там же, с.524-525].

Здесь уточняется значение философии: для мышления необходимы логические категории, которые заимствуются у философии, но при некритичном отношении к философии — у скверной философии.

Наконец, в последней заметке речь идет уже не просто о категориях, а о форме теоретического мышления — более широком понятии, чем категории. В этой же заметке впервые высказывается мысль о том, что со временем «весь философский скарб — за исключением чистого учения о мышлении — станет излишним, исчезнет в положительной науке» [10, с.525], и указаны условия, при которых это произойдет — «когда естествознание и историческая наука впитают в себя диалектику» [там же].

Добавим, что естествознание, впитавшее в себя диалектику, это и есть сознательное диалектико-материалистическое естествознание.

К концу этой рабочей фазы Энгельс, похоже, осознал, что на основе имеющихся материалов можно приступать к написанию труда, обосновывающего необходимость материалистической диалектики для естествознания. Он пишет «Введение» [10, с.345-363].

В этом «Введении» можно выделить три части. В первой части Энгельс дает краткий очерк истории современного ему естествознания, где показывает, как первоначально, в ходе развития естество-

знания сложилось представление об абсолютной неизменяемости природы.

Затем он пишет об открытиях в космогонии, геологии, физике, химии, биологии, на основе которых возникло новое воззрение на природу: «все застывшее стало текучим, все неподвижное стало подвижным, все то особое, которое считалось вечным, оказалось переходящим, было доказано, что вся природа движется в вечном потоке и круговороте» [там же, с.354].

Энгельс делает оговорку:

«Правда, эмпирическое доказательство этого круговорота еще не совсем свободно от пробелов, но последние незначительны по сравнению с тем, что уже твердо установлено; притом они с каждым годом все более и более заполняются» [там же, с.355].

После этих слов следует вторая часть «Введения». В ней Энгельс дает набросок научной картины мира, в которой эскизно изображается развитие Солнечной системы от «вихреобразно вращающейся раскаленной газообразной туманности» [там же, с.355] через этапы образования Солнца и планет, возникновение жизни на Земле, возникновение человека, развитие человечества до второй половины XIX века.

Затем Энгельс приводит слова Гете из «Фауста»: «Но «все, что возникает, заслуживает гибели» [там же, с.359]. И предсказывает, что настанет время, когда Солнце погаснет, планеты упадут на него, и

«вместо гармонически расчлененной, светлой, теплой солнечной системы останется лишь один холодный, мертвый шар, следующий своим одиноким путем в мировом пространстве. И та же судьба, которая постигнет нашу солнечную систему, должна раньше или позже постигнуть все прочие системы нашего мирового острова, должна постигнуть системы всех прочих бесчисленных мировых островов, даже тех, свет от которых никогда не достигнет Земли, пока еще будет существовать на ней человеческий глаз, способный воспринять его» [там же, с.359].

А затем Энгельс, исходя из того, что движение неуничтожимо, обсуждает две проблемы. Во-первых, что будет с Солнечной системой после угасания Солнца, и вторая – что происходит с излучаемой звездами энергией. Эти проблемы, а также идеи, высказанные Энгельсом по поводу их решения, мы обсудим в главе 6.

Подведем кратко итоги того, чем занимался Энгельс в области естествознания и что он сделал для развития сознательного диалектико-материалистического естествознания в этот период.

В этот период Энгельс (1) обсудил примеры диалектики в математике (заметки {66} – {70}), в природе вообще (заметки {81}, {82}, {84}, {100}), в живой природе (заметки {65}, {72}, {75}, {83}), (2) рассмотрел методы теоретического мышления, значение философии для естествознания (заметки {76}, {77}, {86}, {97}), (3) сформулировал, обсудил про-

блемы конкретных наук – кинетической теории материи (заметка {78}), термодинамики (заметки {79}, {86}), физики космоса (заметки {71}, {74}). Еще он изучал историю естествознания (заметки {87}, {89}, {90}, {95}, {96}) и астрономию (заметки {91} – {93}).

Из этих исследований то, что нами объединено в п. (1), относится к обоснованию необходимости сознательного применения материалистической диалектики в теоретическом естествознании, п. (2) – главным образом критика методов мышления естествоиспытателей, п. (3) – исследования, относящиеся к теоретическому естествознанию.

Во «Введении» есть те же два основные направления. Во-первых, там – на основе анализа исторического развития естествознания – показана историческая обусловленность метафизических (антидиалектических) воззрений на природу, а также то, как появилась необходимость в диалектическом понимании природы. Во-вторых, рассмотрены две конкретные проблемы физики космоса, вытекающие из диалектико-материалистического понимания природы.

В этот же период Энгельс принялся за работу «Порабощение работника», которую не закончил (см. [498, с.725]). То, что было написано – статью {99} «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека» [10, с.486-499], он впоследствии включил в материалы «Диалектики природы». В этой статье рассмотрена проблема возникновения человека в ходе эволюции – проблема антропогенеза, проблема перехода от естествознания к обществоведению, от биологии к науке об обществе, которой занимался Маркс.

Возможно, вскоре после написания «Введения» Энгельс закончил бы книгу, в которой обосновал бы необходимость диалектики для естествознания. Однако случилось иначе.

В. Либкнехт предложил Энгельсу подвергнуть критике воззрения приват-доцента Берлинского университета Е. Дюринга, который выступая, по сути, против научного социализма, обрел большую популярность и авторитет среди членов немецкой социал-демократической партии (см. [606, с.350-351]).

Обоснование материалистической диалектики и развитие теоретического естествознания в «Анти-Дюринге» (сентябрь 1876 – январь 1877 г.)

Энгельс писал Марксу по поводу «Курса философии» Дюринга:

«В сущности, в ней совсем нет собственно философии – формальной логики, диалектики, метафизики и т.д.; она скорее пытается дать общее учение о науке, учение, в котором природа, история, общество, государство, право и т. д. рассматриваются в некоторой, якобы внутренней связи» [54, с.14].

Соответственно, разбирая сочинения Дюринга, Энгельс мог вернуть свое понимание и материалистической диалектики, и теоретических проблем естествознания. Перечитаем «Анти-Дюринг» и кратко изложим то, что необходимо знать для создания диалектико-материалистического естествознания.

«Анти-Дюринг» состоит из «Введения» и трех отделов: «Философия», «Политическая экономия», «Социализм». Вопросы, нас интересующие, излагаются почти исключительно во «Введении» и отделе «Философия», где обосновывается и развивается материалистическая диалектика, в том числе и на материале естествознания, а также рассмотрены теоретические вопросы различных естественных наук.

Во «Введении» Энгельс дает краткую характеристику метафизического и диалектического методов мышления и кратко обосновывает необходимость материалистической диалектики для естествознания.

«Для метафизика вещи и их мысленные отражения, понятия суть отдельные, неизменные, застывшие, раз навсегда данные предметы, подлежащие исследованию один после другого и один независимо от другого. Он мыслит сплошными непосредственными противоположностями; речь его состоит из: «да – да, нет – нет; что сверх того, то от лукавого». Для него вещь или существует, или не существует, и точно так же вещь не может быть самой собой и в то же время иной. Положительное и отрицательное абсолютно исключают друг друга; причина и следствие по отношению друг к другу тоже находятся в застывшей противоположности... Метафизический способ понимания, хотя и является правомерным и даже необходимым в известных областях, более или менее обширных, смотря по характеру предмета, рано или поздно достигает каждый раз того предела, за которым он становится односторонним, ограниченным, абстрактным и запутывается в неразрешимых противоречиях, потому что за отдельными вещами он не видит их взаимной связи, за их бытием – их возникновения и исчезновения, из-за их покоя забывает их движение...

...Для диалектики же, для которой существенно то, что она берет вещи и их умственные отражения в их взаимной связи, в их сцеплении, в их движении, в их возникновении и исчезновении, – такие процессы, как вышеуказанные, напротив, лишь подтверждают ее собственный метод исследования. Природа является пробным камнем для диалектики, и надо сказать, что современное естествознание доставило для такой пробы чрезвычайно богатый, с каждым днем увеличивающийся материал и этим материалом доказало, что в природе все совершается в конечном счете диалектически, а не метафизически. Но так как и до сих пор можно по пальцам перечислить естествоиспытателей, научившихся мыслить диалектически, то этот конфликт между достигнутыми результатами и укоренившимся способом мышления вполне объясняет ту безграничную путаницу, которая господствует теперь в теоретическом естествознании и одинаково приводит в отчаяние как учителей, так и учеников, как писателей, так и читателей.

Итак, точное представление о вселенной, о ее развитии и о развитии человечества, равно как и об отражении этого развития в головах людей, может быть получено только диалектическим путем, при постоянном внимании к общему взаимодействию между возникновением и исчезновением, между прогрессивными изменениями и изменениями регрессивными. Именно в этом духе выступила сразу же новейшая немецкая философия» [14, с.21-22].

Энгельс называет представителей этой философии – Канта, который «превратил Ньютонову солнечную систему... в исторический процесс» [14, с.23], и Гегеля, «который впервые представил весь природный, исторический и духовный мир в виде процесса, т. е. в непрерывном движении, изменении, преобразовании и развитии, и сделал попытку раскрыть внутреннюю связь этого движения и развития» [там же, с.23].

Далее Энгельс высказывает ряд критических замечаний по поводу гегелевской философии и пишет, что уразумение ложности немецкого идеализма привело к материализму, но не к метафизическому материализму XVIII века.

«В противоположность наивно революционному, простому отбрасыванию всей прежней истории, современный материализм видит в истории процесс развития человечества и ставит своей задачей открытие законов движения этого процесса... ...Современный материализм обобщает новейшие успехи естествознания, согласно которым природа тоже имеет свою историю во времени... В обоих случаях современный материализм является по существу диалектическим и не нуждается больше ни в какой философии, стоящей над прочими науками. Как только перед каждой отдельной наукой ставится требование выяснить свое место во всеобщей связи вещей и знаний о вещах, какая-либо особая наука об этой всеобщей связи становится излишней. И тогда из всей прежней философии самостоятельное существование сохраняет еще учение о мышлении и его законах – формальная логика и диалектика. Все остальное входит в положительную науку о природе и истории» [14, с.24-25].

Здесь получает дальнейшее развитие и сформулирована точнее мысль о «конце философии», высказанная Энгельсом впервые в заметке {97} в следующей несовершенной формулировке:

«Лишь когда естествознание и историческая наука впитают в себя диалектику, лишь тогда весь философский скарб – за исключением чистого учения о мышлении – станет излишним, исчезнет в положительной науке» [10, с.525].

Во Введении к «Анти-Дюрингу» Энгельс выразился более определенно: вместо «впитают диалектику» – понимание природы как имеющей историю и выяснение каждой наукой своего места в системе знаний, вместо «чистого учения о мышлении» – логика и диалектика.

В черновом наброске «Введения» мысль о «конце философии» высказана в несколько иной формулировке:

«Гегелевская система была последней, самой законченной формой философии, поскольку последняя мыслится как особая наука, стоящая над всеми другими науками. Вместе с ней потерпела крушение вся философия. Остались только диалектический способ мышления и понимание всего природного, исторического и интеллектуального мира как мира бесконечно движущегося, изменяющегося, находящегося в постоянном процессе возникновения и исчезновения. Теперь не только перед философией, но и перед *всеми* науками было поставлено требование открыть законы движения этого вечного процесса преобразования в каждой отдельной области. И в этом заключается наследие, оставленное гегелевской философией своим преемникам» [16, с.634–635, 14, с.23].

Заметим, что такое естествознание, когда науки о природе выяснили свое место в системе знаний, обусловленное местом их предмета во всеобщей связи вещей, и изучают свои предметы в развитии, является диалектико-материалистическим.

После «Введения» начинается отдел «Философия», включающий 11 глав, в которых Энгельс, беря за исходный пункт те или иные положения Дюринга, кратко показывает их несостоятельность, а затем, с одной стороны, на многочисленных примерах, взятых из природы и истории, доказывает, что «диалектика головы — только отражение форм движения реального мира, как природы, так и истории» [10, с.519], с другой, применяя диалектический метод, рассматривает проблемы теоретического естествознания.

Оставляя в стороне критику Дюринга, кратко изложим ценные идеи Энгельса для создания диалектико-материалистического естествознания.

В глава III есть уточнение мысли о «конце философии»:

«Если схематику мира выводить не из головы, а только *при помощи* головы из действительного мира, если принципы бытия выводить из того, что есть, — то для этого нам нужна не философия, а положительные знания о мире и о том, что в нем происходит; то, что получается в результате такой работы, также не есть философия, а положительная наука» [14, с.35].

В этой же главе Энгельс рассматривает мнимый априоризм математики и, в частности, показывает, что «чистая математика имеет своим объектом пространственные формы и количественные отношения, стало быть — весьма реальный материал»¹ [там же, с.37], что «выведение математических величин друг из друга, кажущееся апри-

¹ «Понятия числа и фигуры взяты не откуда-нибудь, а только из действительного мира. Десять пальцев, на которых люди учились считать, т. е. производить первую арифметическую операцию, представляют собой все, что угодно, только не продукт свободного творчества разума» [14, с.37].

орным, доказывает не их априорное происхождение, а только их рациональную взаимную связь» [там же], что, «как и все другие науки, математика возникла из *практических потребностей* людей» [там же].

В главе V «Натурфилософия. Время и пространство» Энгельс обсуждает вопрос о вечности и бесконечности мира, который сегодня рассматривает космология. Взгляды Энгельса и современной космологии мы обсудим ниже – в шестой главе.

В главе VI «Натурфилософия. Космогония, физика, химия» Энгельс обсуждает ряд вопросов теоретического естествознания – космогоническую гипотезу Канта, основные положения механической теории теплоты. Кроме прочего, в этой главе он формулирует важнейшие положения диалектико-материалистического понимания природы, соответственно, диалектико-материалистического естествознания:

«Движение есть способ существования материи. Нигде и никогда не бывало и не может быть материи без движения. Движение в мировом пространстве, механическое движение менее значительных масс на отдельных небесных телах, колебания молекул в качестве теплоты или в качестве электрического или магнитного тока – вот те формы движения, в которых – в одной или нескольких сразу – находятся каждый отдельный атом вещества в мире в каждый данный момент. Всякий покой, всякое равновесие только относительны, они имеют смысл только по отношению к той или иной форме движения... Материя без движения так же немислима, как движение без материи» [14, с.59] (см. также [15, с.631-632]).

В главах VII «Натурфилософия. Органический мир» и VIII «Натурфилософия. Органический мир (Окончание)» Энгельс обсуждает теорию Дарвина и проблему происхождения жизни – т. е. высказывается по существу конкретных вопросов биологии.

Кроме того, в начале главы VII дается характеристика переходов форм движения и связи наук:

«При всей постепенности переход от одной формы движения к другой всегда остается скачком, решающим поворотом. Таков переход от механики небесных тел к механике небольших масс на небесных телах; таков же переход от механики масс к механике молекул, которая охватывает движения, составляющие предмет исследования физики в собственном смысле слова: теплоту, свет, электричество, магнетизм. Точно так же и переход от физики молекул к физике атомов – к химии – совершается опять-таки посредством решительного скачка. В еще большей степени это имеет место при переходе от обыкновенного химического действия к химизму белков, который мы называем жизнью» [14, с.66].

В следующих пяти главах – IX «Мораль и право. Вечные истины», X «Мораль и право. Равенство», XI «Мораль и право. Свобода и необходимость», XII «Диалектика. Количество и качество», XIII «Диалек-

тика. Отрицание отрицания» — Энгельс дает характеристику диалектики, а также на многочисленных примерах демонстрирует необходимость диалектического понимания природы и истории. В частности, показывает, что взаимное проникновение противоположностей, переход количества в качество и обратно, отрицание отрицания имеют место в действительном мире. При этом развивает идеи, высказанные им в заметках 1873 — 1876 гг.

Здесь, например, изложены интересные мысли по поводу диалектики в математике.

«Сама математика, занимаясь переменными величинами, вступает в диалектическую область, и характерно, что именно диалектический философ, Декарт, произвел в ней этот прогресс. Как математика переменных относится к математике постоянных величин, так вообще диалектическое мышление относится к метафизическому» [14, с.125].

«Элементарная математика, математика постоянных величин, движется, по крайней мере в общем и целом, в пределах формальной логики; математика переменных величин, самый значительный отдел которой составляет исчисление бесконечно малых, есть по существу не что иное, как применение диалектики к математическим отношениям. Простое доказывание отступает здесь решительно на второй план в сравнении с многообразным применением этого метода к новым областям исследования» [там же, с.138].

В главе XIII «Диалектика. Отрицание отрицания» есть важное суждение о развитии философии. Энгельс пишет, что античная философия была стихийным материализмом, который подвергся отрицанию идеализмом.

«Но в дальнейшем развитии философии идеализм тоже оказался несостоятельным и подвергся отрицанию со стороны современного материализма. Современный материализм — отрицание отрицания — представляет собой не простое восстановление старого материализма, ибо к непреходящим основам последнего он присоединяет еще все идейное содержание двухтысячелетнего развития философии и естествознания, равно как и самой этой двухтысячелетней истории. Это вообще уже больше не философия, а просто мировоззрение, которое должно найти себе подтверждение и проявить себя не в некоей особой науке наук, а в реальных науках. Философия, таким образом, здесь «снята», т. е. «одновременно преодолена и сохранена», преодолена по форме, сохранена по своему действительному содержанию» [там же, с.142].

Сопоставляя содержание отдела «Философия» «Анти-Дюринга» с содержанием заметок и фрагментов, написанных Энгельсом с 1873 по 1876 г., можно заключить, что Энгельс не просто использовал некоторые положения «Диалектики природы» при написании «Анти-Дюринга», как это часто утверждается (см. например [491, с. XXI]). Тот **план доказательства** (обоснования) необходимости для

естествознания диалектического мышления, который содержится во фрагменте «Бюхнер», Энгельс практически полностью реализовал в «Анти-Дюринге»¹.

Кроме того, в «Анти-Дюринге» он сформулировал ряд важнейших положений диалектического материализма (о соотношении философии и естествознания, определение движения как атрибута материи, о вечности и бесконечности мира), рассмотрел ряд теоретических проблем физики, биологии.

Развитие материалистической диалектики и теоретического естествознания в заметках и фрагментах октября 1877 г. – января 1878 г.

Работа над первым отделом «Анти-Дюринга» «Философия» была завершена в январе 1877 года. Затем Энгельс работал над вторым отделом «Политическая экономия» и третьим – «Социализм». В процессе работы над третьим отделом Энгельс снова занялся естествознанием. С октября 1877 г. примерно по январь 1878 г. он написал 56 заметок, начиная с {104} и заканчивая {159}. В этот же период при подготовке отдельного издания «Анти-Дюринга» Энгельс написал для него два дополнения – {160} «О прообразах математического бесконечного в действительном мире» [10, с.581-587] (первоначальное название «К стр. 17 – 18*: согласие между мышлением и бытием. – Бесконечное в математике») и {161} «О «механическом» понимании природы» [там же, с.566–570] (первоначальное название «К стр. 46. Различные формы движения и изучающие их науки» [там же, с.566-570]), а, кроме того, {163} «Старое предисловие к «Анти-Дюрингу». О диалектике» [там же, с.364–372]. Однако впоследствии дополнения в отдельное издание не включил, а предисловие заменил более коротким. Эти фрагменты он включил в рукопись с материалами по естествознанию, и сегодня они известны как составные части «Диалектики природы». В этот же период Энгельс написал статью {162} «Естествознание в мире духов» [там же, с.373–383], которую тоже включил в рукопись с материалами по естествознанию.

¹ Д. Рязанов: «К маю 1873 г. относится первая запись, в которой Энгельс намечает основные моменты диалектического понимания природы и набрасывает план своего труда. Несколько лет Энгельс в целом ряде заметок, конспектов, экскурсов подготавливает элементы своей будущей книги. Но вся эта подготовительная работа нашла себе «другую форму проявления»... Результаты своей работы Энгельсу пришлось изложить в форме полемики против Дюринга. Многое осталось неиспользованным, но основные идеи диалектического материализма были противопоставлены эклектическому материализму Дюринга» [520, с.IV-V].

Судя по содержанию заметок, Энгельс начал перечитывать сочинения Гегеля и естествоиспытателей и делать по ходу чтения выписки и критические заметки.

В ряде заметок Энгельс **критикует методы мышления естествоиспытателей.**

{104} «Бессмыслица у Геккеля: индукция против дедукции. Как будто дедукция не = умозаключению; следовательно, и индукция является некоторой дедукцией» [10, с.541];

{105} «Путем индукции было найдено сто лет тому назад, что раки и пауки суть насекомые, а все низшие животные – черви. Путем индукции теперь найдено, что это – нелепость...» [там же, с.541];

{122} «Презрение эмпириков к грекам получает характерную иллюстрацию, когда читаешь, например, у Т. Томсона («Об электричестве»), как люди вроде Дэви и даже Фарадей блуждают в потемках (глава об электрической искре и т. д.) и ставят опыты, совершенно напоминающие рассказы Аристотеля и Плиния о физико-химических явлениях. Именно в этой новой науке эмпирики целиком повторяют слепое нащупывание древних...» [там же, с.522];

{149} «Если Гегель рассматривает природу как обнаружение вечной «идеи» в отчуждении и если это такое тяжелое преступление, то что должны мы сказать о морфологе Ричарде Оуэне, который пишет: «Идея-архетип в различных своих модификациях воплощалась на этой планете задолго до существования тех животных видов, которые теперь ее осуществляют...» [там же, с.521];

{150} «Эмпирическое наблюдение само по себе никогда не может доказать достаточным образом необходимость...» [там же, с.544];

{156} «Теория и эмпирия. Ньютон теоретически установил сплюснутость земного шара. Между тем Кассини и другие французы еще много времени спустя утверждали, опираясь на свои эмпирические измерения, что Земля эллипсоидальна и что полярная ось – самая длинная» [там же, с.522].

В обобщенном виде уничижительную критику эмпиризма Энгельс дает в статье {162} «Естествознание в мире духов» [10, с.373–383].

Статья начинается так:

«Существует старое положение диалектики, перешедшей в народное сознание: крайности сходятся. Мы поэтому вряд ли ошибемся, если станем искать самые крайние степени фантазерства, легковерия и суеверия не у того естественнонаучного направления, которое, подобно немецкой натурфилософии, пыталось втиснуть объективный мир в рамки своего субъективного мышления, а, наоборот, у того противоположного направления, которое, чванясь тем, что пользуется только опытом, относится к мышлению с глубочайшим презрением и, действительно, дальше всего ушло по части оскудения мысли. Эта школа господствует в Англии... Нет ничего удивительного в том, что за последние годы английский эмпиризм в лице некоторых из своих, далеко не худших, представителей

стал как будто бы безвозвратно жертвой импортированного из Америки духовыстукивания и духовидения» [там же, с.373].

Далее в статье описывается, как ряд известных естествоиспытателей (Альфред Рассел Уоллес, который выдвинул теорию естественного отбора одновременно с Дарвином, Уильям Крукс, открывший элемент таллий, и другие) участвуют в спиритических сеансах и без тени сомнения исследуют спиритические явления¹. Энгельс с юмором описывает эти опыты, а в конце делает выводы:

«Мы здесь наглядно убедились, каков самый верный путь от естествознания к мистицизму. Это не безудержное теоретизирование натурфилософов, а самая плоская эмпирия, презирающая всякую теорию и относящаяся с недоверием ко всякому мышлению...» [там же, с.381].

«Презрение к диалектике не остается безнаказанным. Сколько бы пренебрежения ни выказывать ко всякому теоретическому мышлению, все же без последнего невозможно связать между собой хотя бы два факта природы или уразуметь существующую между ними связь. Вопрос состоит только в том, мыслят ли при этом правильно или нет, — а пренебрежение к теории является, само собой разумеется, самым верным путем к тому, чтобы мыслить натуралистически и тем самым неправильно. Но неправильное мышление, если его последовательно проводить до конца, неизбежно приводит, по давно известному диалектическому закону, к таким результатам, которые прямо противоположны его исходному пункту. И, таким образом, эмпирическое презрение к диалектике наказывается тем, что некоторые из самых трезвых эмпириков становятся жертвой самого дикого из всех суеверий — современного спиритизма» [там же, с.382].

Критика мышления естествоиспытателей содержится и в большом фрагменте {144} «О негелиевской неспособности познавать бесконечное» [10, с.547–551], где речь идет о докладе К. Негели «Границы естественнонаучного познания» на 50 съезде немецких естествоиспытателей и врачей. Энгельс вскрывает ошибочность ряда утверждений Негели, в том числе следующего: ««Мы можем познавать *только конечное*» и т.д.» (см. [10, с.548]).

По этому поводу Энгельс замечает:

«Это постольку совершенно верно, поскольку в сферу нашего познания попадают лишь конечные предметы. Но это положение нуждается вместе с тем в дополнении: «по существу мы можем познавать *только бесконечное*». И в самом деле, всякое действительное, исчерпывающее познание заключается лишь в том, что мы в мыслях поднимаем единичное из единичности в особенность, а из этой последней во всеобщность; заключается в том, что мы находим и констатируем бесконечное в конечном, вечное — в прехо-

¹ Об этих исследованиях можно прочитать в вышедшей в конце XIX в. и переизданной в 1991 г. книге [283].

дашем... Всякое истинное познание природы есть познание вечного, бесконечного, и поэтому оно по существу абсолютно» [там же, с.550].

Энгельс также демонстрирует ошибочность утверждения Негели «мы точно знаем, что означает один час, один метр, один килограмм, но мы не знаем, что такое время, пространство, сила и материя, движение и покой, причина и действие» [там же, с.550].

Он пишет:

«Это старая история. Сперва создают абстракции, отвлекая их от чувственных вещей, а затем желают познавать эти абстракции чувственно, желают видеть время и обонять пространство. Эмпирик до того втягивается в привычное ему эмпирическое познание, что воображает себя все еще находящимся в области чувственного познания даже тогда, когда он оперирует абстракциями. Мы знаем, что такое час, метр, но не знаем, что такое время и пространство! Как будто время есть что-то иное, нежели совокупность часов, а пространство что-то иное, нежели совокупность кубических метров!» [там же, с.550].

По-видимому, намереваясь продемонстрировать естествоиспытателям значение изучения Гегеля, Энгельс делает ряд выписок из сочинений последнего, сопровождая их своими комментариями:

{110} «Когда Гегель переходит от жизни к познанию через посредство оплодотворения (размножения), то здесь имеется уже в зародыше учение о развитии...» [там же, с.626],

{111} «Бесконечный прогресс есть, по Гегелю, унылая пустота» [там же, с.552], {132} «Гегелевское {первоначальное} деление на механизм, химизм, организм было совершенным для своего времени...» [там же, с.565–566],

{147} «То, что Гегель называет взаимодействием, есть *органическое тело...*» [10, с.624],

{152} «Гегель, «Энциклопедия», ч. I, стр. 205–206, пророческое место насчет атомных весов в противовес тогдашним взглядам физиков и насчет атома и молекулы как мыслительных определений, относительно которых должно решать мышление» [там же, с.521],

{146} «Показать, что теория Дарвина является практическим доказательством гегелевской концепции о внутренней связи между необходимостью и случайностью» [там же, с.620] ¹.

В ряде заметок этого периода Энгельс приводит **примеры объективной диалектики** из разных областей знания.

{106} «*Поляризация*» [там же, с.532], где приводится пример совпадения противоположностей из языкознания.

¹ Энгельс отмечал и ошибки Гегеля: {129} «Гегель конструирует теорию света и цветов из чистой мысли и при этом впадает в грубейшую эмпирию замороженного филистерского опыта...» [10, с.603].

{107} «Полярность. Если разрезать магнит, то нейтральная середина поляризуется, но так, что старые полюсы остаются на своих местах. Если же разрезать червяка...» [там же, с.531].

{121} «Что положительное и отрицательное приравняются друг к другу – все равно, какая сторона положительна и какая отрицательна, – это имеет место не только в аналитической геометрии, но еще более в физике ¹ (см. у Клаузиуса, стр. 87 и сл.)» [там же, с.531].

{148} «Превращение количества в качество: самый простой пример – кислород и озон, где 2:3 вызывает совершенно иные свойства, вплоть до запаха...» [там же, с.609];

{158} «Недурным образчиком диалектики природы является то, как, согласно современной теории, *отталкивание одноименных* магнитных полюсов объясняется *притяжением одноименных* электрических токов (Гатри, стр. 264)» [там же, с.606].

В большой заметке {160} «О прообразах математического бесконечного в действительном мире» [там же, с.581-587], Энгельс продемонстрировал происхождение диалектики мышления из объективной диалектики.

Начинается заметка так:

«Над всем нашим теоретическим мышлением господствует с абсолютной силой тот факт, что наше субъективное мышление и объективный мир подчинены одним и тем же законам и что поэтому они не могут противоречить друг другу в своих результатах, а должны согласоваться между собой. Факт этот является бессознательной и безусловной предпосылкой нашего теоретического мышления. Материализм XVIII века вследствие своего по существу метафизического характера исследовал эту предпосылку только со стороны ее содержания. Он ограничился доказательством того, что содержание всякого мышления и знания должно происходить из чувственного опыта, и восстановил положение: nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu ². Только новейшая идеалистическая, но вместе с тем и диалектическая философия – в особенности Гегель – исследовала эту предпосылку также и со стороны *формы*. Несмотря на бесчисленные произвольные построения и фантастические выдумки, которые здесь выступают перед нами; несмотря на идеалистическую, на голову поставленную

¹ Этого не понимали Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц, которые в «Статистической физике» привели «доказательство» того, что термодинамическая температура может быть только положительной [369, с.52-54]. Ошибочность этого доказательства продемонстрирована И.П.Базаровым [101, с.168-169; 102, с.96-99].

«...Система, которая отдает теплоту при непосредственном контакте двух систем, имеет более высокую температуру (точнее: эту температуру **назвали** более высокой); система, которая получает теплоту, имеет более низкую температуру (точнее: эту температуру **назвали** более низкой) [347, с.98]. Назвали бы наоборот – термодинамическая температура имела бы отрицательный знак.

² Нет ничего в уме, чего бы не было раньше в ощущениях – основное положение сенсуализма. Эта формулировка восходит к Аристотелю.

форму ее результата — единства мышления и бытия, — нельзя отрицать того, что эта философия доказала на множестве примеров, взятых из самых разнообразных областей, аналогию между процессами мышления и процессами природы и истории — и обратно — и господство одинаковых законов для всех этих процессов...» [10, с.581].

В качестве примера Энгельс разбирает исчисление бесконечно малых, относительно которых, замечает он, «распространено представление, будто здесь мы имеем дело с чистыми «продуктами свободного творчества и воображения» человеческого духа, которым ничто не соответствует в объективном мире» [там же, с.582]. «И тем не менее, — продолжает Энгельс, — справедливо как раз обратное. Для всех этих воображаемых величин природа дает нам прообразы» [там же, с.582].

Далее он пишет, что по сравнениями с массами, которые приводятся в движение людьми, масса Земли является бесконечно большой, что «молекула обладает по отношению к соответствующей массе совершенно такими же свойствами, какими обладает математический дифференциал по отношению к своей переменной, то, что в случае дифференциала, в математической абстракции, представляется нам таинственным и непонятным, здесь становится само собой разумеющимся и, так сказать, очевидным. Природа оперирует этими дифференциалами, молекулами, точно таким же образом и по точно таким же законам, как математика оперирует своими абстрактными дифференциалами» [там же, с.583].

В подтверждение этого положения Энгельс, рассматривая осаждение серы из паров на серный куб, сторона которого равна x , показывает, что если на каждой грани осаждается слой толщиной в одну молекулу (dx), то «приращение массы куба равно $3x^2dx$ » [там же, с.584].

«Так просто, наглядно, даже изящно выводит Энгельс формулу для дифференциала функции x^3 » [309, с.68].

Затем он обсуждает еще ряд примеров и заключает: «Математическое бесконечное заимствовано из действительности, хотя и бессознательным образом, и поэтому оно может быть объяснено только из действительности, а не из самого себя, не из математической абстракции» [10, с.586].

В ряде заметок Энгельс анализирует содержание различных понятий, вскрывает их диалектику.

В заметке {136} «Борьба за существование» [там же, с.620–621]. обсуждается понятие борьбы за существование, и, в частности, говорится: «..геккелевские «приспособление и наследственность» и могут обеспечить весь процесс развития, не нуждаясь в отборе и в мальтузианстве» [там же, с.621], в заметке {145} «Случайность и необходимость» [там же, с.532–536] демонстрируется относительность этих категорий.

В ряде заметок обсуждает **диалектику в математике**.

{112} «*Количество и качество*. Число есть чистейшее количественное определение, какое мы только знаем. Но оно полно качественных различий...» [там же, с.573].

{113} «*Число*. Отдельное число получает некоторое качество уже в числовой системе и сообразно тому, какова эта система...» [там же, с.574].

{116} «Оттого что ноль есть отрицание всякого определенного количества, он не лишен содержания. Наоборот, ноль имеет весьма определенное содержание...» [там же, с.576–577].

{117} «*Единица*. Ничто не выглядит проще, чем количественная единица, и ничто не оказывается многообразнее чем эта единица, коль скоро мы начнем изучать ее в связи с соответствующей множественностью, с точки зрения различных способов происхождения ее из этой множественности...» [там же, с.574].

В ряде заметок Энгельс высказывает **критические замечания по поводу конкретных положений физики**:

{123} «*Притяжение и тяготение*. Все учение о тяготении покоится на утверждении, что притяжение есть сущность материи. Это, конечно, неверно. Там, где имеется притяжение, оно должно дополняться отталкиванием...» [там же, с.559];

{153} «Обыкновенно принимается, что *тяжесть есть наиболее всеобщее определение материальности*, т. е. что притяжение, а не отталкивание есть необходимое свойство материи. Но притяжение и отталкивание столь же неотделимы друг от друга, как положительное и отрицательное, и поэтому **уже на основании самой диалектики можно предсказать**, что истинная теория материи должна отвести отталкиванию такое же важное место, как и притяжению, и что теория материи, основывающаяся только на притяжении, ложна, недостаточна, половинчата...» (выделено мной – В.И.) [там же, с.558–559].

Обратим внимание на то, что в последней заметке Энгельс **на основании диалектики** делает предсказание, касающееся физических теорий, т. к. с некоторых пор такого рода «вторжения» философии в физику были признаны едва ли не смертным грехом.

В этот период Энгельс начал изучать труды по электричеству, в связи с чем пишет заметки: {130} «Когда Кулон говорит о *«частицах электричества...»* [10, с.604–605], {131} «*Электричество*» [там же, с.603], {133} «*Электрохимия*» [там же, с.607], {135} «*Статическое и динамическое электричество*» [там же, с.605–606].

Ряд заметок касается **истории естествознания**.

{128} «Новая эпоха начинается в химии с атомистики (следовательно, не Лавуазье, а Дальтон – отец современной химии)...» [там же, с.608].

{155} «*Декарт* открыл, что приливы и отливы вызываются притяжением Луны...» [там же, с.593];

{157} «Аристарх Самосский уже за 270 лет до хр. эры выдвигал коперниканскую теорию о Земле и Солнце...» [там же, с.505].

В нескольких заметках Энгельс **обсуждает переходы форм движения:**

{140} «Потребление кинетической энергии как таковой в пределах динамики бывает всегда двоякого рода и имеет двоякий результат: 1) произведенную кинетическую работу, порождение соответствующего количества потенциальной энергии, которое, однако, всегда меньше потраченной кинетической энергии; 2) преодоление — кроме тяжести — сопротивлений от трения и т. д. ...» [там же, с.594];

{141} «В движении газов, в процессе испарения, движение масс переходит прямо в молекулярное движение. Здесь, следовательно, надо сделать переход» [там же, с.600];

{154} «*Удар и трение*. Механика рассматривает действие удара как происходящее в чистом виде. Но в действительности дело происходит иначе. При каждом ударе часть механического движения превращается в теплоту...» [там же, с.594].

Ряд заметок Энгельса посвящены **связи наук и развитию естествознания в его собственной внутренней связи:**

{126} «Как мало Конт является автором своей... энциклопедической иерархии естественных наук...» [там же, с.565],

{127} «*Физиография*. После того как сделан переход от химии к жизни, надо прежде всего рассмотреть те условия, в которых возникла и существует жизнь, — следовательно, прежде всего геологию, метеорологию и остальное. А затем и сами различные формы жизни, которые ведь без этого и непонятны» [там же, с.566].

Где-то в конце этого периода Энгельс пишет заметку {159} «Вопервых, Кекуле...» [там же, с.570-571], в которой развивает идею диалектико-материалистического построения естествознания, которая нашла воплощение в заметке «Диалектика естествознания» [там же, с.563-564] и письме Марксу от 30 мая 1873 г. [51]: «систематизацию¹ естествознания, которая становится теперь все более и более необходимой, можно найти не иначе, как в связях самих явлений» [там же, с.570]. Далее Энгельс описывает переходы форм движения и порядок, в котором следует изучать формы движения и их взаимные превращения, порядок, вытекающий из связи явлений.

«...Механическое движение небольших масс на каком-нибудь небесном теле кончается контактом двух тел, который имеет две формы, отличающиеся друг от друга лишь по степени: трение и удар. Поэтому мы

¹ Обращаем внимание на то, что Энгельс написал «систематизация естествознания», а не «классификация наук». Почему составители текста «Диалектики природы» в названии раздела, содержащего данную заметку, употребили выражение «Классификация наук», для автора является загадкой.

изучаем сперва механическое действие трения и удара. Но мы находим, что дело этим не исчерпывается: трение производит теплоту, свет и электричество; удар — теплоту и свет, а, может быть, также и электричество. Таким образом, мы имеем превращение движения масс в молекулярное движение. Мы вступаем в область молекулярного движения, в физику, и продолжаем исследовать дальше. Но и здесь мы находим, что исследование молекулярным движением не заканчивается. Электричество переходит в химические превращения и возникает из химических превращений; теплота и свет тоже. Молекулярное движение переходит в атомное движение: химия. Изучение химических процессов находит перед собой, как подлежащую исследованию область, органический мир, т. е. такой мир, в котором химические процессы происходят согласно тем же самым законам, но при иных условиях, чем в неорганическом мире, для объяснения которого достаточно химии. А все химические исследования органического мира приводят в последнем счете к такому телу, которое, будучи результатом обычных химических процессов, отличается от всех других тел тем, что оно есть сам себя осуществляющий перманентный химический процесс, — приводят к белку. Если химии удастся изготовить этот белок..., то диалектический переход будет здесь доказан также и реально, т. е. целиком и полностью. До тех пор дело остается в области мышления, *alias* гипотезы. Когда химия порождает белок, химический процесс выходит за свои собственные рамки, как мы видели это выше относительно механического процесса. Он вступает в некоторую более богатую содержанием область — область органической жизни. Физиология есть, разумеется, физика и в особенности химия живого тела, но вместе с тем она перестает быть специально химией¹: с одной стороны, сфера ее действия ограничивается, но, с другой стороны, она вместе с тем поднимается здесь на некоторую более высокую ступень» [10, с.570–571].

По сравнению с заметкой и письмом 1873 года здесь более подробно описан переход от химии к органической жизни, дана характеристика физиологии как физики и химии живого тела. Но главное — если в заметке «Диалектика естествознания» речь шла о развитии и взаимодействии форм движения, то в заметке «Во-первых, Кекуле...» есть термины «движение масс», «молекулярное движение», «атомное движение»; формы движения и изучающие их науки охарактеризованы более конкретно: физика названа областью молекулярного движения, а химия — атомного движения.

¹ Интересно, что за три десятилетия до того, как были написаны эти слова, А. И. Герцен выразился более точно и определенно: «Химия и физиология имеют предметом один процесс, физиология есть химия многоначальных соединений, тогда как, наоборот, химия — физиология двуначальных соединений» [202, с.433] (см. гл. 1).

Ценные идеи, не получившие, на наш взгляд, должного развития до сих пор, относительно связи наук, а также понятия формы движения содержатся во фрагменте {161} «О «механическом» понимании природы» [там же, с.566–570].

В этом фрагменте вначале критикуется точка зрения, согласно которой химия — это своего рода механика (статика и динамика) атомов, подобно тому, как механика — это статика и динамика масс, а физика — статика и динамика молекул. Энгельс, в частности, написал:

«Называя физику механикой молекул, химию — физикой атомов и далее биологию — химией белков, я желаю этим выразить переход одной из этих наук в другую, — следовательно, как существующую между ними связь, непрерывность, так и различие, дискретность обеих. Идти дальше этого, называть химию тоже своего рода механикой, представляется мне недопустимым...» [там же, с.567].

Далее Энгельс пишет:

«Всякое движение включает в себе механическое движение, перемещение больших или мельчайших частей материи; познать эти механические движения является *первой* задачей науки, однако лишь *первой* ее задачей. Но это механическое движение не исчерпывает движения вообще. Движение — это не только перемена места; в надмеханических областях оно является также и изменением качества... [«Механическая» концепция всякое изменение] объясняет перемещением, все качественные различия количественными, не замечая, что отношение между качеством и количеством взаимно, что качество так же переходит в количество, как и количество в качество, что здесь имеет место взаимодействие» [там же, с.567–568].

В приведенном отрывке есть несколько чрезвычайно важных положений. В свое время советские философы часто повторяли вслед за Энгельсом, что движение — это не только перемена места, не только увеличение и уменьшение, но и качественное изменение.

Но как-то «не заметили» следующее утверждение Энгельса: «Всякое движение включает в себе механическое движение, перемещение больших или мельчайших частей материи». Более того, это положение было объявлено механицизмом — враждебным марксизму течением.

«Какое механическое движение происходит в пространстве тогда, когда взаимодействуют два магнита?», «что перемещается, когда энергия передается от Солнца к Земле?» — спрашивал академик АН СССР В. Ф. Миткевич (см. например [423]), а в ответ получал обвинения в отсталости, механистичности взглядов и т. п. (см. например [401]).

Между тем формулировка «всякое движение включает в себе механическое движение, перемещение больших или мельчайших частей

материи», на наш взгляд, является другим выражением важнейшего положения диалектического материализма «движение немислимо без материи».

Это положение решительно отстаивал В.И. Ленин в книге «Материализм и эмпириокритицизм», в главе 5 которой есть раздел 3 «Мыслимо ли движение без материи?».

Ленин писал в этом разделе:

«Использование философским идеализмом новой физики или идеалистические выводы из нее вызываются не тем, что открываются новые виды вещества и силы, материи и движения, а тем, что делается попытка мыслить движение без материи. Вот этой-то попытки не разбирают по существу наши махисты. Посчитаться с утверждением Энгельса, что «движение *немислимо* без материи», они не пожелали...

Идеалист и не подумает отрицать того, что мир есть движение, именно: движение моих мыслей, представлений, ощущений. Вопрос о том, *что* движется, идеалист отвергнет и сочтет нелепым: происходит смена моих ощущений, исчезают и появляются представления, и только. Вне меня ничего нет. «Движется» — и баста...

...Существенно то, что попытка *мыслить* движение без материи протаскивает *мысль*, оторванную от материи, а это и есть философский идеализм» [57, с.281-284].

Отрицание того положения, что всякое движение заключает в себе механическое перемещение, способствовало сохранению и распространению физического идеализма.

Дальше Энгельс написал:

«Если все различия и изменения качества должны быть сводимы к количественным различиям и изменениям, к механическим перемещениям, то мы с необходимостью приходим к тезису, что вся материя состоит из *тождественных* мельчайших частиц и что все качественные различия химических элементов материи вызываются количественными различиями, различиями в числе и пространственной группировке этих мельчайших частиц при их объединении в атомы. Но до этого мы еще не дошли» [10, с.568].

Здесь изложена точка зрения, которая в советской философии третировалась как механицизм, враждебное марксизму течение, однако не говорится «эта точка зрения является ложной», а сказано: «до этого мы еще не дошли». Между тем, согласно современным теориям, «качественные различия химических элементов», различия их химических свойств, объясняются различиями в строении электронных оболочек атомов элементов, т. е. «различиями в числе и пространственной группировке» тождественных мельчайших частиц атомов — электронов.

В мае или начале июня 1878 было написано {163} «Старое предисловие к «Анти-Дюрингу». О диалектике» [там же, с.364-371], в кото-

ром дальнейшее развитие получила мысль о значении для естествознания диалектики.

Энгельс пишет: «Эмпирическое естествознание накопило такую необъятную массу положительного материала, что в каждой отдельной области исследования стала прямо-таки неустранимой необходимостью упорядочить этот материал систематически и сообразно его внутренней связи. Точно так же становится неустранимой задача приведения в правильную связь между собой отдельных областей знания. Но, занявшись этим, естествознание вступает в теоретическую область, а здесь эмпирические методы оказываются бессильными, здесь может оказать помощь только теоретическое мышление. Но теоретическое мышление является прирожденным свойством только в виде способности. Эта способность должна быть развита, усовершенствована, а для этого не существует до сих пор никакого иного средства, кроме изучения всей предшествующей философии»¹ [там же, с.367].

Здесь Энгельс очень лаконично и ясно разъяснил необходимость изучения философии: в естествознании имеется необходимость упорядочить материал в каждой области исследования систематически и сообразно его внутренней связи, а также привести в правильную связь между собой отдельные области знания. Для этих задач эмпирические методы не годятся, здесь нужно мыслить теоретически, для чего необходимо изучать философию.

Выше мы уже обращали внимание на то, что со временем взгляды Энгельса на значение философии для естествознания развивались: сначала он писал о необходимости категорий, потом определенной формы мышления, затем о необходимости впитать диалектику. Наконец, в цитированном фрагменте он обращает внимание на то, что изучение философии необходимо для развития и усовершенствования способности к теоретическому мышлению.

Но не всякой философии. Далее Энгельс пишет, что «именно диалектика является для современного естествознания наиболее важной формой мышления, ибо только она представляет аналог и тем самым метод объяснения для происходящих в природе процессов развития, для всеобщих связей природы, для переходов от одной области исследования к другой» [10, с.367], а ниже — о том, что после 1848 г. в Германии решительно отвернулись от гегельянства.

«Вместе с гегельянством выбросили за борт и диалектику — как раз в тот самый момент, когда диалектический характер процессов природы стал непреодолимо навязываться мысли и когда, следовательно, только диалектика могла помочь естествознанию выбраться из теоретических

¹ Перед этим Энгельс написал: «Если теоретики являются полузнайками в области естествознания, то современные естествоиспытатели фактически в такой же мере являются полузнайками в области теории, в области того, что до сих пор называлось философией» [10, с.366].

трудностей. В результате этого снова оказались беспомощными жертвами старой метафизики... Конечным результатом были господствующие теперь разброд и путаница в области теоретического мышления.

Нельзя теперь взять в руки почти ни одной теоретической книги по естествознанию, не получив из чтения ее такого впечатления, что сами естествоиспытатели чувствуют, как сильно над ними господствует этот разброд и эта путаница, и что имеющая ныне хождение, с позволения сказать, философия не дает абсолютно никакого выхода. И здесь действительно нет никакого другого выхода, никакой другой возможности добиться ясности, кроме возврата в той или иной форме от метафизического мышления к диалектическому¹.

Этот возврат может совершиться различным образом. Он может проложить себе путь стихийно, просто благодаря напору самих естественнонаучных открытий, не уместающихся больше в старом метафизическом прокрустовом ложе. Но это — длительный и трудный процесс, при котором приходится преодолевать бесконечное множество излишних трений. Процесс этот в значительной степени уже происходит, в особенности в биологии. Он может быть сильно сокращен, если представители теоретического естествознания захотят поближе познакомиться с диалектической философией в ее исторически данных формах» [там же, с.368-369].

Энгельс называет две такие формы — греческая философия и классическая немецкая философия от Канта до Гегеля. При этом он обращает внимание на то, что речь идет не о защите идеалистического исходного пункта гегелевской философии, а о гегелевской диалектике, указывает на заслугу Маркса, который «впервые извлек снова на свет, в противовес «крикливым, претенциозным и весьма посредственным эпигонам, задающим тон в современной Германии», забытый диалектический метод, указал на его связь с гегелевской диалектикой, а также и на его отличие от последней и в то же время дал в «Капитале» применение этого метода к фактам определенной эмпирической науки, политической экономии» [там же, с.370-371].

Таким образом, в заметках и фрагментах октября 1877 г. — января 1878 г. Энгельс критиковал методы мышления естествоиспытателей, в первую очередь эмпиризм, приводил примеры объективной диалектики из разных областей знания, диалектики понятий, демонстрировал происхождение диалектики мышления из объективной диалектики, анализировал содержание различных понятий, высказывал критические замечания по поводу некоторых конкретных положений физики, обсуждал переходы форм движения, высказывал ценные мысли, касающиеся истории развития естествознания, продолжал работу по развитию естествознания в его собственной внутренней связи, на ос-

¹ Любопытно, что все сказанное в данном абзаце справедливо и сегодня — в начале XXI века.

новании диалектики делал предсказания относительно физических теорий.

Несложно заметить, что работа Энгельса в области естествознания развивалась: он рассматривал все больший круг вопросов, конкретизировал положения диалектико-материалистического понимания природы и естествознания.

Начало работы над книгой о необходимости сознательного применения материалистической диалектики в естествознании (август 1878 г. – сентябрь 1879 г.)

Вскоре после выхода в свет первого отдельного издания «Анти-Дюринга» Энгельс, как можно судить, решил обосновать необходимость сознательного применения диалектики в естествознании в завершенном труде.

В августе – сентябре 1878 г. он пишет следующий набросок плана, который в Сочинениях Маркса и Энгельса назван составителями [Набросок общего плана] [10, с.343], а в 26 т. MEGA – Plan 1878 [63, S.173-174].

«1. Историческое введение: в естествознании, благодаря его собственному развитию, метафизическая концепция стала невозможной.

2. Ход теоретического развития в Германии со времени Гегеля (старое предисловие). Возврат к диалектике совершается бессознательно, поэтому противоречиво и медленно.

3. Диалектика как наука о всеобщей связи. Главные законы: превращение количества и качества – взаимное проникновение полярных противоположностей и превращение их друг в друга, когда они доведены до крайности, – развитие путем противоречия, или отрицание отрицания, – спиральная форма развития.

4. Связь наук. Математика, механика, физика, химия, биология. Сен-Симон (Конт) и Гегель.

5. Aergcus (соображения, заметки, – ред.) об отдельных науках и их диалектическом содержании:

1) математика: диалектические вспомогательные средства и обороты. – Математическое бесконечное имеет место в действительности;

2) механика неба – теперь вся она рассматривается как некоторый процесс. – Механика: точкой отправления для нее была инерция, являющаяся лишь отрицательным выражением неуничтожимости движения;

3) физика – переходы молекулярных движений друг в друга. Клаузиус и Лошмидт;

4) химия: теории, энергия;

5) биология. Дарвинизм. Необходимость и случайность.

6. Границы познания. Дюбуа-Реймон и Негели. – Гельмгольц, Кант, Юм.

7. Механическая теория. Геккель.

8. Душа пластидулы — Геккель и Негели. Наука и преподавание — Вирхов.

10. Клеточное государство — Вирхов.

11. Дарвинистская политика и дарвинистское учение об обществе — Геккель и Шмидт. Дифференциация человека благодаря *труду* [Arbeit]. — Применение политической экономии к естествознанию. Понятие «работы» [«Arbeit»] у Гельмгольца («Популярные доклады», вып. II) [10, с.343].

На основании этого плана, а также заметок и статей Энгельса, можно легко представить себе, каким должно было быть произведение, задуманное Энгельсом в 1878 г.

Вначале — «Введение», где дается предварительное обоснование необходимости диалектического мышления для естествознания, затем «Старое предисловие к «Анти-Дюрингу», где раскрывается значение гегелевской диалектики для естествознания.

Потом — в отдельной главе — характеристика диалектики как науки о всеобщей связи, изложение трех ее главных законов. Разумеется, в этой главе Энгельс мог опираться на то, что писал о законах диалектики в «Анти-Дюринге».

Потом (п. 4 плана) — применение материалистической диалектики для построения системы естествознания как целого. Надо полагать, на основе заметок {2} «Диалектика естествознания» [10, с.563-564], {47} «Классификация наук» [там же, с.564-565], {159} «Во-первых, Кекуле» [там же, с.570-571], {161} «О «механическом» понимании природы» [там же, с.566-570].

Потом должны были идти главы, в которых демонстрировалась бы необходимость диалектического мышления не только для построения общей картины природы на основе синтеза наук, но и для развития теории в каждой отдельной науке (пункты 5.1 — 5.5), такие, в которых демонстрируется, как те или иные диалектические отношения и категории «работают» в той или иной науке. К пункту 5.1 — {160} «О образах математического бесконечного в действительном мире» [там же, с.581-587], к пункту 5.5 — {145} «Случайность и необходимость» [там же, с.532-536].

Затем (в пп. 6—11) Энгельс намеревался на конкретных примерах продемонстрировать теоретические ошибки естествоиспытателей, проистекающие от их неумения мыслить, неправильного употребления категорий, непонимания необходимости подвижных категорий. Какого рода это должна была быть критика, легко себе представить на основе заметки {144} «О негелиевской неспособности понимать бесконечное» [там же, с.547-551], которую можно отнести к пункту 6, и на основе заметок {43}, {108}, {161} «О «механическом» понимании природы» [там же, с.566-570], где содержится критика ошибочного

употребления Геккелем категории «механическое», и которые относятся к пункту 7.

Однако вскоре после написания плана, 12 сентября 1878 г., умерла жена Энгельса Лиззи Бёрнс. Примерно через месяц, 19 октября 1878 г., в Германии был принят исключительный закон против социалистов [606, с.364-365, с.375-379; 550, с.173-181]. Все это привело к тому, что к реализации плана Энгельс приступил только через год — в сентябре 1879 г. [64, S.589].

Поскольку материалы для 1 и 2 пунктов плана вчерне были готовы, Энгельс приступил к работе над главой «Диалектика» (пункт 3 плана). После заглавия он написал: «Развить общий характер диалектики как науки о связях в противоположность метафизике» [10, с.566-570], а далее указал цель главы «Мы не собираемся здесь писать руководство по диалектике, а желаем только показать, что диалектические законы являются действительными законами развития природы и, значит, имеют силу также и для теоретического естествознания» [там же, с.385].

Далее, как бы продолжая «Старое предисловие к «Анти-Дюрингу», он пишет:

«Таким образом, история природы и человеческого общества — вот откуда абстрагируются законы диалектики. Они как раз не что иное, как наиболее общие законы обеих этих фаз исторического развития, а также самого мышления. По сути дела они сводятся к следующим трем законам:

Закон перехода количества в качество и обратно.

Закон взаимного проникновения противоположностей.

Закон отрицания отрицания.

Все эти три закона были развиты Гегелем на его идеалистический манер лишь как законы мышления: первый — в первой части «Логики» в учении о бытии; второй занимает всю вторую и наиболее значительную часть его «Логики» — учение о сущности; наконец, третий фигурирует в качестве основного закона при построении всей системы. Ошибка заключается в том, что законы эти он не выводит из природы и истории, а навязывает последним свыше как законы мышления. Отсюда и вытекает вся вымученная и часто ужасная конструкция: мир — хочет ли он того или нет — должен сообразоваться с логической системой, которая сама является лишь продуктом определенной ступени развития человеческого мышления. Если мы переведем это отношение, то все принимает очень простой вид, и диалектические законы, кажущиеся в идеалистической философии крайне таинственными, немедленно становятся простыми и ясными как день» [10, с.384].

Затем Энгельс формулирует закон перехода количества в качество и обратно:

«Закон этот мы можем для наших целей выразить таким образом, что в природе качественные изменения — точно определенным для каждого

отдельного случая способом – могут происходить лишь путем количественного прибавления либо количественного убавления материи или движения (так называемой энергии)» [там же, с.385].

Далее разъясняет:

«Все качественные различия в природе основываются либо на различном химическом составе, либо на различных количествах или формах движения (энергии), либо, что имеет место почти всегда, – на том и другом. Таким образом, невозможно изменить качество какого-нибудь тела без прибавления или отнятия материи либо движения, т. е. без количественного изменения этого тела. В этой форме таинственное гегелевское положение оказывается, следовательно, не только вполне рациональным, но даже довольно-таки очевидным» [там же, с.385].

Затем Энгельс приводит множество примеров проявления этого закона в области физики и химии – и различие агрегатных состояний и аллотропических модификаций, и существование критической температуры, и качественное отличие молекулы от «той массы физического тела, к которой она принадлежит» [там же, с.386], и качественное различие окислов азота, и гомологические ряды соединений углерода, наконец, периодический закон, согласно которому, по словам Энгельса, качество химических элементов «обусловлено количеством их атомного веса» [там же, с.389].

Если сопоставить это изложение с главой XII «Анти-Дюринга» «Диалектика. Количество и качество», то можно заметить, что здесь Энгельс ограничивается примерами из области точных наук, а также, что различных примеров здесь намного больше, чем в указанной главе.

Изложив многочисленные подтверждения закона перехода количества в качество, Энгельс прерывает работу над главой.

В тот же период, примерно в октябре – декабре 1879 г., Энгельс изучает работы физиков: «Трактат по натуральной философии» В.Томсона и П.Г.Тейта, работу «О сохранении силы» Г.Гельмгольца, «Трактат по динамике» Ж.П.Даламбера, «Трактат об охлаждении земли» В. Томсона. Сохранились конспекты и выписки из названных работ с комментариями Энгельса (см. [65, 17]). Эти материалы были им использованы при написании глав «Основные формы движения» [10, с.391-407] и «Мера движения.– Работа» [там же, с.408-422].

Таким образом, в августе 1878 г. Энгельс задумал труд, в котором намеревался всестороннее обосновать необходимость сознательного применения диалектики в естествознании. Там он планировал показать несостоятельность метафизических представлений в теоретическом естествознании, необходимость перехода к диалектическому мышлению, значение гегелевской диалектики для естествознания, раскрыть содержание главных законов диалектики, обосновать при-

менение материалистической диалектики для построения системы теоретического естествознания как целого и необходимость диалектики для развития различных наук.

Рассмотрение движение как единства притяжения и отталкивания. Анализ категорий силы и энергии

Завершив работу над книгой «Развитие социализма от утопии к науке», Энгельс продолжил работу над естествознанием.

Вначале он написал так называемый {166} «[Набросок частичного плана]»:

- «1. Движение вообще.
2. Притяжение и отталкивание. Перенесение движения.
3. Применение здесь [закона] сохранения энергии. Отталкивание + притяжение. — Приток отталкивания = энергии.
4. Тяжесть — небесные тела — земная механика.
5. Физика. Теплота. Электричество.
6. Химия.
7. Резюме.
- a) Перед 4: Математика. Бесконечная линия. + и — равны.
- b) При рассмотрении астрономии: работа, производимая приливной волной.

Двойного рода выкладки у Гельмгольца, вып. II, стр. 120. «Силы» у Гельмгольца, вып. II, стр. 190» [10, с.344].

На одном листе с планом Энгельс написал заметку {167}:

«Заключение для Томсона, Клаузиуса, Лошмидта: *Обращение состоит в том, что отталкивание отталкивает само себя и таким образом возвращается из среды в мертвые небесные тела. Но в этом заключено также и доказательство того, что отталкивание является собственно активной стороной движения, а притяжение — пассивной*» [там же, с.600].

В этой заметке, с одной стороны, высказана мысль об обращении процесса рассеяния теплоты, в результате которого звезды превращаются в мертвые небесные тела, с другой — мысль о соотношении притяжения и отталкивания как сторон движения.

Затем в заметке {169} «1) Движение небесных тел...» Энгельс развивает некоторые пункты «[Наброска частичного плана]»:

«1) Движение небесных тел. Приблизительное равновесие между притяжением и отталкиванием в движении...

2) Движение на отдельном небесном теле. Масса. Поскольку это движение проистекает из чисто механических причин, здесь тоже имеется равновесие. Массы покоятся на своей основе. Это осуществилось на Луне, по-видимому, полностью. Механическое притяжение преодолело механическое отталкивание...

3) Но огромное большинство всех движений на Земле представляет собой превращение одной формы движения в другую — механического движения в теплоту, электричество, в химическое движение — и каждой формы в любую другую; следовательно, либо переход притяжения в отталкивание — механического движения в теплоту, электричество, химическое разложение (переход этот есть превращение в теплоту первоначального поднимающего механического движения, а не движения падения, как это кажется на первый взгляд) [, — либо переход отталкивания в притяжение — Ред.].

4) Вся энергия, действующая на Земле в настоящее время, есть превращенная солнечная теплота» [там же, с.562].

Потом Энгельс пишет главу, которую принято называть «Основные формы движения» [там же, с.391-407]. Этой главы в «[Наброске общего плана]» нет, ее содержание примерно соответствует пунктам 5.2 — 5.4 этого плана. Следует сказать, что название «Основные формы движения» имеется в оглавлении соответствующей связки, составленном Энгельсом спустя несколько лет после написания главы. В тексте главы заглавия нет, однако на каждом листе написано «Движение» [518, с. XXVIII], точнее, «Bewegung 1», «Bewegung. S.3», «Bewegung.S.5» ... «Bewegung-17» [64, S.623]. На наш взгляд, название «Основные формы движения» является неудачным. Во-первых, во всех других главах и фрагментах Энгельс называет такие формы движения: механическая, теплота, электричество, химическая, биологическая. В данной же главе в **качестве основных форм всякого движения, простых форм движения** рассматриваются **притяжение и отталкивание**. Главное содержание данной главы связано с тем, что движение рассматривается как единство притяжения и отталкивания.

Первый абзац главы начинается так:

«Движение, рассматриваемое в самом общем смысле слова, т. е. понимаемое как способ существования материи, как внутренне присущий материи атрибут, обнимает собой все происходящие во вселенной изменения и процессы, начиная от простого перемещения и кончая мышлением. Само собой разумеется, что изучение природы движения должно было исходить от низших, простейших форм его и должно было научиться понимать их прежде, чем могло дать что-нибудь для объяснения высших и более сложных форм его» [10, с.391].

В этом же абзаце Энгельс кратко описал историческую последовательность изучения форм движения и заметил:

«Исследуя здесь природу движения, мы вынуждены оставить в стороне органические формы движения. Сообразно с уровнем научного знания мы вынуждены будем ограничиться формами движения неживой природы» [там же, с.391].

Думается, оговорка связана именно с тем, что Энгельс намеревался рассмотреть движение как единство притяжения и отталкивания, а как применять эти категорий в биологии, ему было неясно.

Вполне понятно, что первый абзац соответствует п.1 [Наброска частичного плана] – «Движение вообще».

Второй абзац тоже относится к этому пункту:

«Всякое движение связано с каким-нибудь перемещением – перемещением небесных тел, земных масс, молекул, атомов или частиц эфира. Чем выше форма движения, тем незначительнее становится это перемещение. Оно никоим образом не исчерпывает природы соответствующего движения, но оно неотделимо от него. Поэтому его необходимо исследовать раньше всего остального» [там же, с.392].

Этот абзац необходимо рассмотреть подробнее. Здесь получает существенное развитие та мысль, высказанная во фрагменте «О «механическом понимании природы», что «всякое движение включает в себе механическое движение, перемещение больших или мельчайших частей материи» [там же, с.567]. Заявляя о связи всякого движения с каким-нибудь перемещением, Энгельс в главе «Основные формы движения» перечисляет то, что перемещается (небесные тела, земные массы, молекулы, атомы, частицы эфира). Но главное, если ранее, говоря о познании (исследовании) этих механических движений, Энгельс делал акцент на том, что их познание является лишь первой задачей науки [там же, с.567], то сейчас – что эти перемещения необходимо исследовать раньше всего остального ¹.

¹ То же самое – о необходимости выяснения вопроса: что перемещается, когда происходит то или иное физическое явление – в свое время говорил академик АН СССР В. Ф. Миткевич (см. например [423]). Он, в частности, аргументировано доказывал, что электрический ток – это процесс, происходящий в эфире, а движение электронов в металлическом проводнике – процесс побочный, связанный с превращением электрической энергии в тепловую. При низкой температуре побочный процесс не протекает – металл становится сверхпроводником [424, с.227-354]. Однако воззрения В. Ф. Миткевича в свое время были отвергнуты без обсуждения – как механистические.

Интересно, что химиков никто не обвиняет в механицизме, хотя они постоянно выясняют в отношении вещества то, что хотел выяснить В. Ф. Миткевич в отношении электромагнитных явлений: что и как перемещается в ходе химических превращений. Химия сводит всякое химическое превращение, превращения одних веществ в другие к механическому перемещению атомов из одних молекул в другие или перегруппировке в одной молекуле или в одном кристалле. Химики считают, что узнали, что собой представляет данное вещество, когда определили его количественный состав и структуру. Т.е. химики все время сводят качественные различия к количественным. Химики считают, что должны изучить (о ужас!) **механизм химической реакции** (именно так они выражаются), т.е. определить, в какой очередности какие атомы куда перемещаются.

Потом Энгельс пишет, что вся природа образует некую связь тел, что движение несотворимо и неуничтожимо, что есть формулировка о сохранении силы и, более точная, о сохранении энергии, причем каждая выражает одну сторону отношения [10, с.392], и, таким образом, переходит непосредственно к обсуждению притяжения и отталкивания. Он утверждает:

«Если два тела действуют друг на друга так, что в результате этого получается перемещение одного из них или обоих, то перемещение это может заключаться лишь в их взаимном приближении или удалении. Они либо притягивают друг друга, либо друг друга отталкивают» [там же, с.392].

Затем обсуждает это положения, дает ссылку на Гельмгольца, который показал, что допущение нецентрального характера сил, действующих между телами, приводит к выводу о возможности создания или уничтожения движения и заключает: «Из всего этого следует, что основной формой всякого движения являются приближение и удаление, сжатие и расширение, — короче говоря, старая полярная противоположность *притяжения и отталкивания*» [там же, с.393].

Энгельс подчеркивает, что притяжения и отталкивания рассматриваются не как так называемые «силы», а как простые формы движения. Указывает, что «Кант рассматривал материю как единство притяжения и отталкивания» [там же, с.393].

Затем Энгельс начинает развивать ту мысль, что «Всякое движение состоит во взаимодействии притяжения и отталкивания» [там же, с.393]. В ходе рассуждений делает заключение: «Таким образом, все притяжения и все отталкивания во вселенной должны взаимно компенсироваться. Благодаря этому закон неуничтожимости и несотворимости движения получает такое выражение: каждое притягательное движение во вселенной должно быть дополнено эквивалентным ему отталкивательным движением, и наоборот, или же... — сумма всех притяжений во вселенной равна сумме всех отталкиваний» [10, с.393].

Потом он утверждает, что «не может быть и речи ни об окончательном уравнивании отталкивания и притяжения, ни об окончательном распределении и сосредоточении одной формы движения в одной половине материи, а другой формы его — в другой половине ее» [там же, с.394]. Эта мысль до сих пор не усвоена естествознанием (см. главу шестую), соответственно, рассуждения Энгельса не потеряли актуальности.

Далее Энгельс пишет: «Как же представляется движение во взаимодействии притяжения и отталкивания? Это лучше всего исследовать на отдельных формах самого движения. Итог получится тогда в конце» [там же, с.394].

Он анализирует движение планеты, образование солнечной системы и делает два заключения.

Первое: «процесс существования (существования? «Der Daseinsprozess» [63, S.191] – процесс образования, развития! – В. И.) какой-нибудь солнечной системы представляется в виде взаимодействия притяжения и отталкивания, в котором притяжение получает постепенно все больший и больший перевес благодаря тому, что отталкивание излучается в форме теплоты в мировое пространство и, таким образом, все более и более теряется для системы» [там же, с.395].

Второе: «Форма движения, рассматриваемая здесь как отталкивание, есть та самая, которая в современной физике обозначается как «энергия» [там же, с.396].

Затем рассматривает движение массы на Земле и приходит к заключению, что «сила является другим выражением для противоположности отталкивания, для *притяжения*» [там же, с.397]. Далее он анализирует процесс падения тела и заключает, что при этом отталкивание переходит в теплоту и что «теплота представляет собой... некоторую форму отталкивания» [там же, с.398]. Затем пишет, что «в явлениях статического электричества и магнетизма мы имеем полярное распределение притяжения и отталкивания» [там же, с.398], рассматривает химический процесс и заключает, что то, что в химии называется энергией, тоже тождественно с отталкиванием.

Энгельс заключает: «Таким образом, мы имеем теперь уже не две простые основные формы притяжения и отталкивания, а целый ряд подчиненных форм, в которых совершается процесс универсального движения, развертываясь и свертываясь в рамках противоположности притяжения и отталкивания» [там же, с.399].

Напомним, что ранее он записывал:

«Все учение о тяготении покоится на утверждении, что притяжение есть сущность материи. Это, конечно, неверно. Там, где имеется притяжение, оно должно дополняться отталкиванием...» [10, с.559]; «...истинная теория материи должна отвести отталкиванию такое же важное место, как и притяжению, и что теория материи, основывающаяся только на притяжении, ложна, недостаточна, половинчата...» [там же, с.559].

В данной же главе Энгельс попытался сделать набросок этой «истинной теории материи» – теории, в которой отталкиванию отводится такое же важное место, как и притяжению.

Проанализировав ряд явлений и найдя множество форм притяжения и отталкивания, Энгельс переходит к углубленному анализу притяжения и отталкивания. Он пишет:

«Здесь мы стоим на почве теории «сохранения энергии», созданной Ю.Р. Майером в 1842 г. и разработанной с тех пор с таким блестящим успехом учеными всех стран, и нам теперь надлежит подвергнуть исследованию основные представления, которыми ныне оперирует эта теория. Это – представления о «силе», или «энергии», и о «работе»» [там же, с.400].

Далее Энгельс анализирует понятия силы и энергии. Критический анализ категории «силы» дается в заметках 1875 г. {28} «Сила» [там же, с.595–598], {31} «Сила (см. выше)» [там же, с.598], {60} «Сила» [там же, с.595]. Но там речь шла об ограниченности метафизической категории «силы» как причины движения, и, в частности, сказано: «Ни один порядочный физик не станет более называть электричество, магнетизм, теплоту просто силами, как не станет он называть их материями или невесомыми веществами... Взгляд на теплоту как на некоторую форму движения, это – последний успех физики, и тем снята категория силы» [там же, с.596].

В главе «Основные формы движения» под силой понимается притяжение. Энгельс пишет:

«Мы уже видели выше, что новое, теперь почти общепринятое воззрение понимает под энергией отталкивание, между тем как Гельмгольц употребляет слово «сила» преимущественно для обозначения притяжения. В этом можно было бы видеть какое-то формальное, несущественное различие, так как ведь притяжение и отталкивание компенсируют друг друга во вселенной и поэтому безразлично, какую сторону отношения принять за положительную и какую – за отрицательную, подобно тому как само по себе совершенно безразлично, будем ли мы отсчитывать на известной прямой от какой-нибудь точки положительные абсциссы направо или налево. Но в действительности это не совсем так

Дело в том, что у нас речь идет здесь прежде всего не о вселенной, а о явлениях, совершающихся на Земле и обусловленных вполне определенным положением Земли в солнечной системе и солнечной системы во вселенной. Но наша солнечная система в каждое мгновение отдает в мировое пространство колоссальные количества движения, и притом движения вполне определенного качества, именно солнечную теплоту, т. е. отталкивание. А сама наша Земля оживлена только благодаря солнечной теплоте и, со своей стороны, излучает полученную солнечную теплоту, после того как она превратила часть ее в другие формы движения, – в конце концов тоже в мировое пространство. Таким образом, в солнечной системе, и в особенности на Земле, притяжение получило уже значительный перевес над отталкиванием. Без излучаемого Солнцем движения отталкивания на Земле прекратилось бы всякое движение... ..Для процессов, совершающихся на нашей нынешней Земле, совершенно не безразлично, станем ли мы рассматривать притяжение или отталкивание как активную сторону движения, т. е. как «силу», или «энергию». На нынешней Земле, наоборот, притяжение благодаря своему решительному перевесу над отталкиванием стало уже совершенно пассивным: всем активным движением мы обязаны притоку отталкивания, идущему от Солнца. Поэтому-то новейшая школа – хотя ей и остается неясной природа отношения движения [des Bewegungsverhältnisses] – все же по существу вполне права с точки зрения земных процессов и даже с точки зрения всей солнечной системы, когда она рассматривает энергию как отталкивание.

Правда, термин «энергия» отнюдь не дает правильного выражения всему отношению движения, ибо он охватывает только одну сторону его — действие, но не противодействие. Кроме того, он допускает видимость того, будто «энергия» есть нечто внешнее для материи, нечто привнесенное в нее. Но во всяком случае этот термин заслуживает предпочтения перед выражением «сила» [10, с.400–402].

Затем Энгельс анализирует применение категории силы у Гельмгольца, замечает:

«С тем же правом, с каким Гельмгольц объясняет физические явления из так называемой силы преломления света, электрической контактной силы и т. д., средневековые схоластики объясняли температурные изменения из *vis calorigifica* и *vis frigidificans*, избавляя себя тем самым от необходимости всякого дальнейшего изучения явлений теплоты» [там же, с.403–404].

Он обращает также внимание на недостаток категории силы:

«Но и в вышеуказанном смысле термин «сила» неудачен. А именно, он выражает все явления односторонним образом. Все процессы природы двусторонни: они основываются на отношении между, по меньшей мере, двумя действующими частями, на действии и противодействии. Между тем представление о силе, благодаря своему происхождению из действия человеческого организма на внешний мир и, далее, из земной механики, предполагает мысль о том, что только одна часть — активная, действительная, другая же — пассивная...» [там же, с.404].

Затем обсуждает категорию взаимодействия, анализирует рассуждение в котором Гельмгольц «исследует тот «запас силы, способной производить работу», который первоначально содержала в себе шарообразная туманность, давшая начало нашей солнечной системе» [там же, с.404–405], вскрывает его ошибочность: «когда Гельмгольц предполагает возможность того, что в первоначальной туманности имелось — в форме теплоты — некоторое количество отталкивательного движения, присоединяющееся к притягательным формам движения и увеличивающее их сумму, то он совершает безусловную ошибку в своих выкладках» [там же, с.404].

Заключает Энгельс эту главу так:

«Но если представление о силе даже у такого физика, как Гельмгольц, дает повод к подобной путанице понятий, то это является лучшим доказательством того, что оно вообще не может иметь научного применения во всех областях исследования, выходящих за пределы вычислительной механики. В механике причины движения принимают за нечто данное и интересуются не их происхождением, а только их действиями. Поэтому если ту или иную причину движения называют силой, то это нисколько не вредит механике как таковой; но благодаря этому привыкают переносить это обозначение также и в область физики, химии и биологии, и тогда неизбежна путаница. Мы уже видели это и увидим еще не один раз.

О понятии работы мы будем говорить в следующей главе» [10, с.407].

Если кратко подвести итоги сделанного Энгельсом в главе «Bewegung» («Движение»), то следует сказать, что здесь, с одной стороны, высказано множество ценных идей для создания диалектико-материалистического естествознания — о движении как атрибуте материи, энергии как отталкивании, развита категория формы движения.

С другой стороны, здесь высказаны ценные соображения по созданию физической теории материи, в которой отталкиванию отводится такое же важное место, как и притяжению. Такая теория впоследствии не создавалась¹. Одним из последствий этого было то, что в начале XX века ряд физиков пришел к заключению, что «материя исчезла» полагая, что масса есть мера количества материи (т. е. по сути считая, что инерция, притяжение выражает сущность материи). С другой стороны, в термодинамике есть ряд выводов, закономерностей, полученных на основе анализ фактов, относящихся к земной поверхности — где, как указывает Энгельс, «решительно преобладает тяжесть, притяжение» [там же, с.396]. Эти выводы без оговорок переносят на всю вселенную и получают ряд нелепых заключений, от которых не могут избавиться более 100 лет (см. гл. 7).

Рассмотрение конкретных проблем конкретных наук (февраль 1880 г. – август 1882 г.)

Следующая глава, которая в 20-м т. Сочинений Маркса и Энгельса называется «Мера движения. — Работа» [10, с.407], начинается цитатой из «Научно-популярных докладов» Гельмгольца, в которой, кроме прочего, утверждается, что «основные понятия этой области» (т. е. «основные физические понятия работы и ее неизменности») «с большим трудом даются тем лицам, которые не прошли через школу математической механики» [там же, с.408]. Энгельс иронизирует:

«Таким образом, мы вступаем теперь в очень опасную область, тем более что у нас нет возможности провести читателя «через школу математической механики». Но, может быть, удастся показать, что там, где дело идет о понятиях, диалектическое мышление приводит по меньшей мере к столь же плодотворным результатам, как и математические выкладки» [там же, с.408].

Далее Энгельс излагает историю спора о мере движения: какая величина является мерой движения в механике — произведение массы на скорость (mv) или массы на квадрат скорости (mv^2)? — спора, восходящего к Декарту, Гюйгенсу и Лейбницу, в котором принимали участие молодой И. Кант и Ж. Даламбер. Энгельс цитирует «Историю

¹ Очень интересную попытку дать эскиз такой теории недавно предпринял Л. Е. Федулаев [583]. Его книга интересна и тем, что показывает, как много ценных идей физики могут почерпнуть из сочинений Гегеля.

математических наук» Г. Зутера, «Трактат о динамике» Ж. Даламбера и показывает, что, вопреки общепринятому мнению, Даламбер спор не разрешил, что вопрос до конца неясен для таких авторитетных авторов, как В. Томсон, П. Г. Тейт, Г. Гельмгольц [10, с.408–414], и заключает:

«Задача состоит в том, чтобы выяснить себе, почему движение обладает двоякого рода мерой, что так же недопустимо в науке, как и в торговле» [там же, с.414].

Энгельс анализирует случаи, где применяются mv и mv^2 , производит ряд вычислений¹, и делает заключение:

«Таким образом, мы находим, что механическое движение действительно обладает двоякой мерой, но убеждаемся также, что каждая из этих мер имеет силу для весьма определенно отграниченного круга явлений. Если имеющееся уже налицо механическое движение переносится таким образом, что оно сохраняется в качестве механического движения, то оно передается согласно формуле о произведении массы на скорость. Если же оно передается таким образом, что оно исчезает в качестве механического движения, воскресая снова в форме потенциальной энергии, теплоты, электричества и т. д., если, одним словом, оно превращается в какую-нибудь другую форму движения, то количество этой новой формы движения пропорционально произведению первоначально двигавшейся массы на квадрат скорости. Одним словом: mv — это механическое движение, измеряемое механическим же движением; $mv^2/2$ — это механическое движение, измеряемое его способностью превращаться в определенное количество другой формы движения. И мы видели, что обе эти меры тем не менее не противоречат друг другу, так как они различного характера»² [там же, с.418].

Таким образом, Энгельс ставит точку в дискуссии, длившейся два века, начатой Декартом и Лейбницем, участие в которой принимали Кант и Даламбер!³

Энгельс объясняет, что «в этом вопросе должна была оставаться неясность, пока не знали, что делается с уничтожающимся как будто механическим движением» [там же, с.418].

¹ В трех заметках {172} — {174} [63, S.215-218] Энгельс выводит несколько соответствующих формул.

² И. П. Базаров уточняет: две меры имеет поступательное движение, движение материальной точки. Реальные тела могут не только двигаться поступательно, но и вращаться. Механическое движение реальных тел имеет третью меру — момент импульса [97].

³ «Из опубликованных во втором томе «Архива Маркса — Энгельса» научно-философских эскизов Энгельса под общим названием «Диалектика природы» одним из самых замечательных является эскиз, посвященный двум мерам движения. Здесь Энгельс действительно решил знаменитый спор между Декартом и Лейбницем о двух мерах движения. Энгельс диалектически преодолел этот спор, и решение Энгельса устанавливает его приоритет в открытии закона, который Энгельс называет всеобщим естественным законом движения» [619, с.126].

Далее он пишет:

«Но как же выражает современная механика это превращение механического движения в другую форму движения, количественно пропорциональную первому. Это движение, — говорит механика, — произвело работу, и притом такое-то и такое-то количество работы.

Но понятие работы в физическом смысле не исчерпывается этим. Если теплота превращается — как это имеет место в паровой или калорической машине — в механическое движение, т. е. если молекулярное движение превращается в движение масс, если теплота разлагает какое-нибудь химическое соединение, если она превращается в термоэлектрическое столбе в электричество, если электрический ток выделяет из разбавленной серной кислоты составные элементы воды или если, наоборот, высвобождающееся при химическом процессе какого-нибудь гальванического элемента движение (alias энергия) принимает форму электричества, а это последнее в свою очередь превращается в замкнутой цепи в теплоту, — то при всех этих явлениях форма движения, начинающая процесс и превращающаяся благодаря ему в другую форму, совершает работу, и притом такое количество работы, которое соответствует ее собственному количеству.

Таким образом, работа — это изменение формы движения, рассматриваемое с его количественной стороны» [там же, с.419].

В первой главе мы писали о том, что и сегодня имеется большая путаница с определением работы в различных словарях и учебниках.

От этой путаницы можно было бы давно избавиться, если бы современные авторы внимательно изучали «Диалектику природы». Ведь Энгельс совершенно определенно пишет, что работа совершается (производится) некоторой формой движения тогда, когда эта форма движения превращается в другую форму и что количество работы соответствует количеству превращенной формы движения. Единственно, что в последнем предложении процитированного фрагмента Энгельс допускает неточность: «изменение формы движения, рассматриваемое с его количественной стороны», — это не работа, которая является процессом, а физическая величина, именуемая работой, которая в механике измеряется произведением силы на расстояние ¹. А когда говорят о работе как процессе, то «работой мы называем всякий

¹ «Таким образом, работа имеет двойкий смысл: как процесс превращения одной формы энергии в другую и как мера этого превращения. В первом случае работа — это процесс, во втором — физическая величина, количественно характеризующая его» [198, с.52].

Заметим, что в оригинале в названии главы после слова «движение» точки нет; написано «Maß der Bewegung — Arbeit» [63, S.202]. Ранее заглавие этой главы на русский язык переводили так: «Мера движения — работа» (см. напр. [12, с.143]), что можно понимать как «работа есть мера движения».

Кстати, «закон эквивалентности объединяет все формы энергии, находит для них одну общую меру, механическую работу...» [636, с.8].

процесс превращения одного рода энергии в другой» [430, с.137]. Впрочем, «...словом «работа» мы привыкли обозначать и процесс работы, и количество работы» [503, с.53].

К сожалению, то, что Энгельс написал в данной статье о работе, осталось непонятым философами и физиками. Полное непонимание смысла энгельсовского определения физической работы продемонстрировал Б. М. Кедров, «уточнивший» название статьи таким образом: «Мера [механического] движения. — Работа» [609, с.160]¹. Ведь, согласно Энгельсу (а также современной физике и термодинамике), работа есть мера любого (не только механического) движения, изменившего форму. Нет понимания определения работы, данного Энгельсом, как нет и ясного понимания работы, и в богатой материалом книге [542].

Интересно, что в «[Наброске общего плана]» в последнем, 11-м пункте написано: «Применение политической экономии к естествознанию. Понятие «работы» [«Arbeit»] у Гельмгольца («Популярные доклады», вып. II)» [10, с.343]. По-видимому, составляя план, Энгельс собирался написать об ошибочном перенесении понятия работы из политэкономии в физику, как это сделано в заметке «Работа» [там же, с.624-625]. Однако изучив труды физиков, он не стал рассматривать их нелепые ошибки, а проанализировал и решил серьезную научную проблему.

После этого Энгельс написал главу «Приливное трение. Кант и Томсон — Тейт» [там же, с.566-570], по-видимому, в соответствии с пунктом [наброска частичного плана]: «б) При рассмотрении астрономии: работа, производимая приливной волной» [там же, с.344].

В ней он тоже разбирает вопрос из области теоретического естествознания — о торможении Земли вследствие приливного трения. Он излагает высказанный впервые Кантом взгляд, что вращение Земли замедляется приливным трением, описывает, как подают этот вопрос Томсон и Тейт, анализирует их рассуждения, находит ошибку в этих рассуждениях:

«Любопытно во всей этой истории то, что Томсон и Тейт не замечают, как они для обоснования теории приливного трения выдвигают теорию, исходящую из молчаливой предпосылки, что Земля является *совершенно твердым* телом, т. е. исключаящую всякую возможность приливов, а значит и приливного трения» [там же, с.427].

¹ В примечании Б.М. Кедров объяснил, что добавил в название слово «механическая» с тем, «чтобы сопоставить эту статью со статьей «Электричество».., где в конце выделен раздел, названный редактором «Мера электрического движения. — Ватт» [609, с.531]. Этим примечанием он продемонстрировал удивительное незнание физики: физическая величина работа и единица мощности ватт несопоставимы как меры движения.

После этого Энгельс снова более чем на год прервал занятия естествознанием и возобновил их осенью 1881 года.

Примерно в октябре – декабре 1881 г. он изучал двухтомный «Курс электричества» Видемана, делал выписки и конспекты, которые впервые были опубликованы в 1999 г. в 31 томе МЭГА [66]. В январе – августе 1882 г. он написал незаконченные главы {191} «Теплота» [там же, с.428-432], {192} «Электричество» [там же, с.433-485], а также ряд заметок {178} – {190}.

В коротких заметках {178} – {186} Энгельс обсуждает различные категории, высказывает замечания о диалектике познания:

{179} «Тождество и различие – необходимость и случайность – причина и действие – вот главные противоположности, которые, если их рассматривать раздельно, превращаются друг в друга. И тогда должны прийти на помощь «основания»» [там же, с.531].

{181} «Если Гегель рассматривает силу и ее проявление, причину и действие как тождественные, то это теперь доказано в смене форм материи, где равнозначность их доказывается математически. Эта равнозначность уже и раньше признавалась в мере: сила измеряется ее проявлением, причина – действием» [там же, с.595].

{182} «*Абстрактное и конкретное*. Общий закон изменения формы движения гораздо конкретнее, чем каждый отдельный «конкретный» пример этого» [10, с.537].

{186} «*Познание*. У муравьев иные глаза, чем у нас, они видят химические (?) световые лучи («Nature» от 8 июня 1882 г., Леббок), но мы в познании этих невидимых для нас лучей ушли значительно дальше, чем муравьи...

...То, что наше мышление способно постичь, мы видим скорее из того, что оно уже постигло и еще ежедневно постигает. А этого вполне достаточно как в смысле количества, так и в смысле качества. Наоборот, исследование *форм* мышления, логических категорий, очень благодарная и необходимая задача, и за систематическое разрешение этой задачи взялся после Аристотеля только Гегель...» [там же, с.554–555].

На одном листе с заметкой {186} «*Познание*» написана заметка {187} «[О классификации суждений]», в которой дается пример исследования Гегелем форм мышления. Энгельс пишет, что Гегель классифицирует одну из форм мышления – суждения – следующим образом: суждение наличного бытия, суждение рефлексии, суждение необходимости, суждение понятия. Энгельс доказывает, что «глубокое основание эта группировка имеет не только в законах мышления, но также и в законах природы» [там же, с.539], на примере развития закона превращения энергии, из чего делает вывод: «законы мышления и законы природы необходимо согласуются между собой, если они надлежащим образом познаны» [там же, с.539–540].

На наш взгляд, гораздо более ценные в научном отношении выводы из изложенного Энгельсом в этой заметке можно сделать применительно к термодинамике (см. седьмую главу).

Затем Энгельс написал главу «Теплота», которая начинается так:

«Как мы видели, существуют две формы, в которых исчезает механическое движение, живая сила. Первая — это его превращение в механическую потенциальную энергию путем, например, поднятия какого-нибудь груза. Эта форма отличается не только той особенностью, что она может превратиться обратно в механическое движение — и притом механическое движение, обладающее той же самой живой силой, что и первоначальное движение, — но также и той особенностью, что она способна лишь на эту единственную перемену формы. Механическая потенциальная энергия никогда не может произвести теплоты или электричества, не перейдя предварительно в действительное механическое движение. Это, пользуясь термином Клаузиуса, «обратимый процесс».

Вторая форма исчезновения механического движения имеет место при трении и ударе, отличающихся друг от друга только по степени. Трение можно рассматривать как ряд маленьких ударов, происходящих друг за другом и друг подле друга; удар можно рассматривать как концентрированное в одном месте и на один момент трение. Трение — это хронический удар, удар — мгновенное трение. Исчезающее здесь механическое движение исчезает как таковое. Оно непосредственно не восстановимо из самого себя. Процесс непосредственно не обратим¹. Механическое движение превратилось в качественно отличные формы движения, в теплоту, в электричество — в формы молекулярного движения.

Таким образом, трение и удар приводят от движения масс, предмета механики, к молекулярному движению, предмету физики» [10, с.428].

Таким образом, в соответствии с диалектико-материалистическим принципом — переходы в теории должны быть отражением переходов, существующих в действительности — Энгельс начинает главу о теплоте с обсуждения явлений, в которых она возникает из механического движения. Интересно, что в процитированном фрагменте Энгельс пользуется термином Клаузиуса «обратимый процесс», но не использует термин последнего «необратимый процесс», а пишет «процесс **непосредственно** необратим». Уточнение, сделанное Энгельсом, имеет крайне важное значение

¹ Между 28 июля и 12 августа 1882 году — примерно в то же время, когда была написана статья «Теплота» — Энгельс записал на полученном им письме некоего С. Петрова маленькую заметку: «Wärme die kritische Form der Bewegung, die eine historische Entwicklung hereinbringt» [67] (теплота — критическая форма движения, которая вносит историческое развитие). Можно предположить, что здесь имелась в виду необратимость тепловых явлений.

для термодинамики ¹, о чем говорится в последней главе настоящей монографии.

Далее Энгельс дает характеристику формы движения теплоты, описывает, как в истории человечества сначала было открыто на практике превращение механического движения в теплоту (когда начали добывать огонь путем трения), а спустя много тысячелетий — теплоты в механическое движение (в паровой машине). Затем начал излагать историю теорий теплоты и... не закончил статью. Снова нашлись дела, по его мнению, более важные, чем работа в области теоретического естествознания.

Характеризуя теплоту, Энгельс написал:

«Но когда мы настолько продвинемся вперед, что сможем дать механику эфира, то в нее, разумеется, войдет и многое такое, что теперь по необходимости причисляется к физике» [там же, с.429].

Это высказывание — следующий шаг в эволюции взглядов Энгельса на механическое понимание природы. Приведем ряд его высказываний.

В 1875 г. Энгельс писал, что «у естествоиспытателей движение всегда отождествляется с механическим движением, перемещением... Это... сильно затрудняет ясное понимание процессов» [там же, с.563].

В конце 1877 — начале 1878 гг.: «Можно охотно согласиться с тем, что современное течение в науке движется в этом направлении (сведения физики и химии к механике — В.И.), но это не доказывает, что оно является исключительно правильным и что, следуя этому течению, мы до конца исчерпаем физику и химию» [там же, с.566—570].

В 1880—1881 гг.: «Всякое движение связано с каким-нибудь перемещением — перемещением небесных тел, земных масс, молекул, атомов или частиц эфира... Оно никоим образом не исчерпывает природы соответствующего движения, но оно неотделимо от него. Поэтому его необходимо исследовать раньше всего остального» [там же, с.392].

И, наконец, написанное в главе «Теплота» означает, во-первых, необходимость перехода к механике эфира и указание на то, что такой переход означает шаг вперед. Надо полагать, шаг вперед потому, что переход к механике эфира — это переход от качественного познания ряда явлений к количественному.

Соответственно, те, кто в 20-е гг. XX в. выступил против изучения механики эфира, и их последователи выступили в данном вопросе против воззрений Энгельса.

¹ Различение непосредственно необратимых процессов и необратимых процессов через полвека после Энгельса ввела Т.А. Афанасьева-Эренфест [89], использовавшая, на наш взгляд, неудачные термины «необратимость элементарная» и «необратимость второго рода». Необходимость такого различения до сих пор осознана далеко не всеми физиками.

Критический разбор теорий электричества (1882 г.)

В конце 1882 г. Энгельс написал главу «Электричество» — наибольшую в рукописи «Диалектики природы», которая составляет пятую часть ее объема — 53 страницы в 20-м томе Сочинений К. Маркса и Ф.Энгельса. В этой главе Энгельс дает критический разбор современного ему учения об электричестве. При этом он использует ряд трудов по физике, в наибольшей степени — курс Г.Видемана «Учение о гальванизме и электромагнетизме», который вышел в 1872–1874 гг. вторым изданием в 2-х тт., 3-х книгах.

В главе рассмотрено множество проблем: природа электричества, природа электрического тока, превращения энергии в электрической цепи, образование электрического тока в химическом источнике тока, электролиз в гальванической ванне. Интересным является вопрос о том, какую научную новизну и ценность для химии (электрохимии) представляла глава во время написания. Этот вопрос мы оставляем без рассмотрения как выходящий за тему нашей монографии и попытаемся выяснить то ценное, что есть в этой главе для развития диалектико-материалистического естествознания. Рассмотрим, что делал Энгельс в отношении теорий электричества, как именно он их критиковал, по возможности опуская конкретные физико-химические тонкости.

В первом абзаце статьи Энгельс так характеризует современное ему состояние изучения электричества:

«В учении же об электричестве мы имеем перед собой хаотическую груду старых, ненадежных экспериментов, не получивших ни окончательного подтверждения, ни окончательного опровержения, какое-то неуверенное блуждание во мраке, не связанные друг с другом исследования и опыты многих отдельных ученых, атакующих неизвестную область вразброд, подобно орде кочевых наездников... В этой области господствует односторонняя эмпирия, та эмпирия, которая сама, насколько возможно, запрещает себе мышление, которая именно поэтому не только мыслит ошибочно, но и оказывается не в состоянии верно следовать за фактами или хотя бы только верно излагать их» [10, с.433-434].

В качестве примера Энгельс приводит «Очерк наук о теплоте и электричестве» Томаса Томсона, изданный в 1840 г., и замечает, что в этой книге «содержатся по меньшей мере столь же нелепые вещи, как и в соответствующем отделе гораздо более ранней по времени гегелевской «Философии природы». Так, например, описание электрической искры можно было бы прямо получить путем перевода соответствующего места у Гегеля» [там же, с.434].

Далее он дает краткое изложение истории учения об электричестве. Энгельс пишет, что первоначально электричество и магнетизм принимались за невесомые материи. Затем в теории электричества

«пришли к представлению о двух «жидкостях» — положительной и отрицательной, которые в нормальном состоянии нейтрализуют друг друга, пока они не отделены друг от друга так называемой «электрической разъединительной силой» [там же, с.436]. При этом трудно было объяснить длительный ток. Энгельс описывает гипотезы, которые выдвигались для объяснения тока, обсуждает их и заключает:

«Таким образом, мы сперва допускаем, что оба электричества могут вообще течь лишь в том случае, если они отделены друг от друга; а для объяснения явлений, наблюдающихся при течении отдельных электричеств, мы допускаем, что они могут течь и не отделенными друг от друга. Сперва мы делаем некоторое предположение, чтобы объяснить данное явление, а при первой трудности, на которую мы наталкиваемся, делаем другое предположение, которое прямо отменяет первое. Какова должна быть та философия, на которую имели бы хоть какое-нибудь право жаловаться эти господа?» [там же, с.437].

Затем Энгельс пишет, что вскоре появилась точка зрения, согласно которой электричество является «силой», «или, как мы сказали бы теперь, особой формой движения» [там же, с.437]. После ряда опытов, в частности, после установления механического эквивалента теплоты, «делалась все более несостоятельной гипотеза о том, будто электричество есть какая-то особая материальная жидкость» [там же, с.438].

«Однако аналогия между теплотой и электричеством была все же неполной. Гальванический ток все еще отличался в очень существенных пунктах от теплопроводности. Все еще нельзя было указать, что собственно движется в электрически заряженных телах. Допущение простых молекулярных колебаний, как в случае теплоты, оказалось здесь недостаточным... Здесь-то и выступают новейшие теории Клерка Максвелла (1864 г.), Ханкеля (1865 г.), Ренара (1870 г.) и Эдлунда (1872 г.) в согласии с высказанной уже в 1846 г. впервые Фарадеем гипотезой, что электричество — это движение некоей, заполняющей все пространство, а следовательно, и пронизывающей все тела упругой среды, дискретные частицы которой отталкиваются обратно пропорционально квадрату расстояния; иными словами, что электричество — это движение частиц эфира и что молекулы тел принимают участие в этом движении... Мы здесь не будем вдаваться в рассмотрение подробностей этих теорий. Они сильно отличаются друг от друга и наверно испытают еще много переворотов. Но в лежащей в основе всех их концепции заметен решительный прогресс: представление о том, что электричество есть воздействующее на молекулы тел движение частиц, пронизывающего всю весомую материю светового эфира. Это представление примиряет между собой обе прежние концепции. Согласно этому представлению, при электрических явлениях действительно движется нечто вещественное, отличное от весомой материи. Но это вещественное не есть само элек-

тричество. Скорее наоборот, электричество оказывается в самом деле некоторой формой движения — хотя и не непосредственного, прямого движения — весомой материи. Эфирная теория указывает, с одной стороны, путь, как преодолеть грубое первоначальное представление о двух противоположных электрических жидкостях; с другой же стороны, она дает надежду выяснить, что является собственно вещественным субстратом электрического движения, *что* собственно за вещь вызывает своим движением электрические явления» [там же, с.438-439].

Затем Энгельс пишет, что теоретическое объяснение явлений, относящихся к статическому электричеству и магнетизму, «придется во всяком случае искать в теории гальванического тока; поэтому мы остановимся на последней» [там же, с.440]. Он перечисляет способы получения электрического тока, заключает, что «во всех этих превращениях имеет силу основной закон о количественной эквивалентности движения во всех его видоизменениях» [там же, с.440], описывает опыты Фавра относительно превращений форм движения в гальванической батарее, электродвигателе («электромагнитной двигательной машине» — по терминологии Энгельса) и калориметре. И делает обобщенный вывод, что «и для электрического движения убедительно доказана... эквивалентность движения во всех его превращениях» [там же, с.442].

Далее Энгельс пишет:

«Но здесь перед традиционными воззрениями возникает некоторая трудность. Эти воззрения приписывают цепи, на основании имеющих в ней отношений контакта между жидкостями и металлами, некоторую «электрическую разъединительную силу», которая пропорциональна электродвижущей силе и которая, следовательно, представляет для некоторой данной цепи определенное количество энергии. Как же относится этот источник энергии, присущий, согласно традиционным взглядам, цепи как таковой, помимо всякого химического действия, как относится эта электрическая разъединительная сила к энергии, освобождаемой химическим действием? И если она является независимым от химического действия источником энергии, то откуда получается доставляемая ею энергия?»

Вопрос этот, поставленный в более или менее неясной форме, образует пункт раздора между основанной Вольтой контактной теорией и вскоре вслед за этим возникшей химической теорией гальванического тока» [там же, с.442].

Энгельс подробно разбирает противоречия между контактной и химической теорией, пишет, что «в качестве одностороннего эмпирика Видеман старается спасти от старой контактной теории все, что только можно» [там же, с.444], анализирует объяснения Видемана, вскрывает их противоречивость, несоответствие закону сохранения энергии.

Рассматривая цепь, состоящую из цинковой и медной пластинок, погруженных в раствор хлористого водорода (HCl), Энгельс привлекает данные по теплоте образования HCl и делает вывод:

«Таким образом, дело обстоит не так, что какая-то таинственная «электрическая разъединительная сила» отрывает водород от хлора, не прибегая к какому-либо обнаруженному до сих пор источнику энергии, а так, что происходящий в цепи совокупный химический процесс снабжает все «электрические разъединительные силы» и «электродвижущие силы» необходимой для их существования энергией» [там же, с.450-451].

Далее Энгельс приводит две большие цитаты из курса Видемана и заключает, что под конец Видеман признает единственным источником энергии в цепи химическую энергию и озабочен тем, как приличным образом избавиться от последнего остатка электрической разъединительной силы [там же, с.451-455].

Энгельс дает обобщенный комментарий:

«Когда читаешь вышеприведенное видемановское объяснение образования тока, то кажется, что имеешь перед собой образец той апологетики, с которой лет сорок тому назад правоверные и полуправоверные теологи выступали против филологически-исторической критики Библии, предпринятой Штраусом, Вильке, Бруно Бауэром и другими. В обоих случаях пользуются одинаковым методом. И это неизбежно, ибо в обоих случаях дело идет о том, чтобы спасти старую традицию от натиска научного мышления. Исключительная эмпирия, позволяющая себе мышление в лучшем случае разве лишь в форме математических вычислений, воображает, будто она оперирует только бесспорными фактами. В действительности же она оперирует преимущественно традиционными представлениями, по большей части устаревшими продуктами мышления своих предшественников... Эта эмпирия уже не в состоянии правильно изображать факты, ибо в изображение их у нее прокрадывается традиционное толкование этих фактов. Одним словом, здесь, в области учения об электричестве, мы имеем столь же развитую традицию, как и в области теологии. А так как в обеих этих областях результаты новейшего исследования, установление неизвестных до того или же оспаривавшихся фактов и неизбежно вытекающие отсюда теоретические выводы безжалостно бьют по старой традиции, то защитники этой традиции попадают в затруднительнейшее положение. Они должны искать спасения во всякого рода уловках, в жалких увертках, в затушевывании непримиримых противоречий и тем самым сами попадают в конце концов в такой лабиринт противоречий, из которого для них нет никакого выхода» [там же, с.455-456].

Затем Энгельс рассматривает объяснение, данное Видеманом, процессу в цепи цинк — разбавленная серная кислота — медь. Он задает вопрос, который Видеман не рассматривал: откуда в указанной цепи получается энергия и дает на него ответ.

Анализируя процессы в электролитической ванне, Энгельс обращает внимание на то, что «обычная концепция рассматривает оба эти противоположных процесса (процесс электролиза в гальванической ванне и процесс в химическом источнике тока — В.И.) под одним общим названием электролиза и не проводит различия между активным и пассивным электролизами...» [там же, с.458].

Рассмотрев ряд процессов и их объяснение Видеманом, Энгельс заключает:

«Здесь мы видим, в чем заключается источник всей путаницы, царящей в теоретическом изложении Видемана. Видеман исходит из электролиза, не интересуясь тем, активен он или пассивен, не заботясь о том, имеет ли он перед собой цепь или электролитическую ванну... Отсюда же у него и троякая теория образования тока: во-первых, старая, традиционная теория на основе чистого контакта; во-вторых, теория, основывающаяся на уже более абстрактно понимаемой электрической разведительной силе, которая непонятным образом доставляет себе или «электролитическому процессу» энергию, необходимую, чтобы оторвать друг от друга в цепи Н и Сl и сверх того образовать еще ток; наконец, современная химико-электрическая теория, доказывающая, что источником всей этой энергии является алгебраическая сумма всех химических действий в цепи. Подобно тому как Видеман не замечает, что второе объяснение опровергает первое, точно так же он не догадывается, что третье, со своей стороны, уничтожает второе. Наоборот, у него положение о сохранении энергии чисто внешним образом пристегивается к старой традиционной теории, подобно тому как прибавляют новую геометрическую теорему к прежним теоремам. Он вовсе не догадывается, что это положение делает необходимым пересмотр всех традиционных взглядов как в этой области естествознания, так и во всех других» [там же, с.462–463].

Затем Энгельс рассматривает еще множество различных явлений, обращая внимание везде на происходящие в них превращения форм движения. Заканчивается статья словами:

«Понимание этой тесной связи между химическим и электрическим действием, и наоборот, приведет к крупным результатам в обеих этих областях исследования...

И в самом деле, можно считать несомненным, что учению о гальванизме, а за ним и учению о магнетизме и статическом электричестве можно дать твердую основу только посредством химически точной генеральной ревизии всех перешедших по наследству непроверенных опытов, производившихся на базе преодоленной наукой точки зрения, — при условии тщательного изучения и установления происходящих тут превращений энергии, с отстранением на время всех традиционных теоретических представлений об электричестве» [там же, с.485].

В статье «Электричество» нет ничего, что можно было бы назвать «философскими вопросами естествознания». Здесь Энгельс выступает

и как физик-теоретик, и как электрохимик-теоретик. Статья представляет собой замечательный образец того, как теоретик, владеющий диалектико-материалистическим методом, должен действовать в области теоретического естествознания: рассматривать теории в развитии, анализировать противоречия между теориями, учитывать все явления, происходящие в исследуемой области.

То, что в ряде статей он выступает как физик-теоретик, Энгельс сам осознавал. В письме Марксу от 23 ноября 1882 г. [56] он сравнивает существование двух мер электрического движения (в современных обозначениях — IR и I^2R) с существованием двух мер механического движения mv и mv^2 (см. также [68]) и заключает:

«Таким образом, оказывается, что как в электрическом, так и в механическом движении количественно измеряемая форма проявления этого движения — в одном случае скорость, в другом сила тока — действует при простой передаче без перемены формы как простой множитель в первой степени; напротив, при передаче с переменной формы — как множитель в квадрате. Следовательно, это есть всеобщий естественный закон движения, который я впервые сформулировал» [56, с.98].

Обращаем внимание на последнее предложение: по мнению Энгельса, он сформулировал закон природы! ¹ В этом же письме Энгельс написал: «Теперь, однако, необходимо поскорее закончить диалектику природы» [там же]. Но закончить книгу не удалось. 18 марта 1883 года умер Карл Маркс. Энгельс продолжил работу над «Капиталом» и исследования в области теоретического естествознания свернул.

Энгельс о естествознании после 1882 г.

Работая над «Капиталом», Энгельс продолжал интересоваться развитием естествознания: в его работах и письмах, написанных после 1882 года, встречаются замечания, касающиеся естествознания и содержащие новые факты по сравнению с рукописями и письмами, написанными в 1858–1882 гг. Ряд его положений имеют важное значение для создания диалектико-материалистического естествознания.

Очень ценным в этом отношении является датированное сентябрем 1885 г. предисловие ко II изданию «Анти-Дюринга», в котором Энгельс, в частности, писал:

«Но может статься, что прогресс теоретического естествознания делает мой труд, в большей его части или целиком, излишним, так как **революция, к которой теоретическое естествознание вынуждается** простой необходимостью систематизировать массу накапливающихся чисто эмпири-

¹ Значение этого закона («закона движения Энгельса») для естествознания раскрыл З. А. Цейтлин [619].

ческих открытий, должна даже самого упрямого эмпирика все более и более подводить к осознанию диалектического характера процессов природы. Прежние неизменные противоположности и резкие, непреходимые разграничительные линии все более и более исчезают» (выделено мной – В.И.) [14, с.13].

Энгельс приводит ряд примеров, подтверждающих это утверждение, и заключает:

«Центральным пунктом диалектического понимания природы является уразумение того, что эти противоположности и различия, хотя и существуют в природе, но имеют только относительное значение, и что, напротив, их воображаемая неподвижность и абсолютное значение привнесены в природу только нашей рефлексией. К диалектическому пониманию природы можно прийти, будучи вынужденным к этому накапливающимися фактами естествознания; но его можно легче достигнуть, если к диалектическому характеру этих фактов подойти с пониманием законов диалектического мышления. Во всяком случае естествознание подвинулось настолько, что оно не может уже избежать диалектического обобщения. Но оно облегчит себе этот процесс, если не будет забывать, что результаты, в которых обобщаются данные его опыта суть понятия и что искусство оперировать понятиями не есть нечто врожденное и не дается вместе с обыденным повседневным сознанием, а требует действительного мышления, которое тоже имеет за собой долгую эмпирическую историю, столь же длительную, как и история эмпирического исследования природы, когда естествознание научится усваивать результаты, достигнутые развитием философии в течение тысячелетий, оно именно благодаря этому избавится, с одной стороны, от всякой особой, вне его и над ним стоящей натурфилософии, с другой – своего собственного, унаследованного от английского эмпиризма, ограниченного метода мышления» [14, с.14].

Обращаем внимание на то, что в этом предисловии Энгельс предвидел революцию в естествознании, которая, как следует из контекста, должна заключаться в победе материалистической диалектики в области теоретического естествознания.

В этом предисловии есть примечание, касающееся натурфилософии и естествознания, которое завершается таким тезисом: «Натурфилософы находятся в таком же отношении к сознательно-диалектическому естествознанию, в каком утописты находятся к современному коммунизму» [14, с.12]. Этот тезис А. Т. Лукьянов приводит в качестве эпиграфа к своей монографии и подробно его комментирует в разделе «Начальная стадия развития сознательно-диалектического естествознания» [392, с.78–89].

В 1886 г. Энгельс написал работу «Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии».

В ней он излагает множество важных принципиальных положений диалектического материализма. Энгельс пишет, что истинное значе-

ние и революционный характер гегелевской философии состоял в том, что она

«раз и навсегда разделалась со всяким представлением об окончательном характере результатов человеческого мышления и действия. Истина, которую должна познать философия, представлялась Гегелю уже не в виде собрания готовых догматических положений, которые остаются только зазубрить, раз они открыты; истина теперь заключалась в самом процессе познания... Эта диалектическая философия разрушает все представления об окончательной абсолютной истине... Для диалектической философии нет ничего раз навсегда установленного, безусловного, святого. На всем и во всем видит она печать неизбежного падения, и ничто не может устоять перед ней, кроме непрерывного процесса возникновения и уничтожения, бесконечного восхождения от низшего к высшему» [18, с.275–276].

Применительно к естествознанию из этого возникает проблема придания научным теориям и наукам такой формы, которая могла бы отразить этот процесс познания, выразить то обстоятельство, что истина заключается в самом процессе познания.

В этой же книге Энгельс формулирует и обсуждает **основной вопрос философии** — «вопрос об отношении мышления к бытию, духа к природе» [там же, с.283], который включает и вопрос о познаваемости мира: «В состоянии ли наше мышление познавать действительный мир, можем ли мы в наших представлениях и понятиях о действительном мире составлять верное отражение действительности?» [там же].

В этой же работе Энгельс написал о трех великих открытиях, благодаря которым двинулось гигантскими шагами вперед познание «взаимной связи процессов, совершающихся в природе» [там же, с.304], — открытия клетки, открытия превращения энергии, доказательстве Дарвином развития живых организмов — и сделал такое заключение:

«Благодаря этим трем великим открытиям и прочим громадным успехам естествознания¹, мы можем теперь в общем и целом обнаружить не

¹ Отметим, что кроме трех великих открытий, которые подробно комментировались советскими философами, Энгельс упомянул о «прочих громадных успехах естествознания». Первоначально Энгельс называл ряд этих успехов: «Но около этого самого времени эмпирическое естествознание достигло такого подъема и добилось столь блестящих результатов, что не только стало возможным полное преодоление механической односторонности XVIII века, но и само естествознание благодаря выявлению существующих в самой природе связей между различными областями исследования (механикой, физикой, химией, биологией и т. д.) превратилось из эмпирической науки в теоретическую, становясь при обобщении полученных результатов системой материалистического познания природы. Механика газов; новосозданная органическая химия, научившаяся получать из неорганических веществ одно за другим так называемые органические соединения и устранившая благодаря этому последний остаток непостижимости этих органических соединений; датирующаяся с 1818 г. науч-

только ту связь, которая существует между процессами природы в отдельных ее областях, но также и ту, которая имеется между этими отдельными областями. Таким образом, с помощью фактов, доставленных самим эмпирическим естествознанием, можно в довольно систематической форме дать общую картину природы как связанного целого¹. Дать такого рода общую картину природы было прежде задачей так называемой натурфилософии, которая могла это делать только таким образом, что заменяла неизвестные еще ей действительные связи явлений идеальными, фантастическими связями и замещала недостающие факты вымыслами, пополняя действительные пробелы лишь в воображении. При этом ею были высказаны многие гениальные мысли и предугаданы многие позднейшие открытия, но немало также было наговорено и вздора. Иначе тогда и быть не могло. Теперь же, когда нам достаточно взглянуть на результаты изучения природы диалектически, то есть с точки зрения их собственной связи, чтобы составить удовлетворительную для нашего времени «систему природы», и когда сознание диалектического характера этой связи проникает даже в метафизически вышколенные головы естествоиспытателей вопреки их воле, — теперь натурфилософии пришел конец. Всякая попытка воскресить ее не только была бы излишней, а *была бы шагом назад*» [18, с.304-305].

Последний вывод, на наш взгляд, говорит о том, что Энгельс, так сказать, отдалился от проблем естествознания. Главный вывод — натурфилософии пришел конец, хотя, разумеется, из того, что он написал в процитированном абзаце, можно сделать и другое заключение: имеются факты, на основе которых можно развить естествознание в его собственной внутренней связи, сделать его диалектико-материалистическим, обогатив его достижениями философии, оставив за философией учение о формах мышления — логику и диалектику.

Еще одно замечание. По-видимому, в связи с тем, что Энгельс занимался естественными науками урывками, не предпринимал попыток развить естествознание в его собственной внутренней связи, ограничившись хотя и гениальными, но набросками планов такого развития, он не оценил по достоинству атомно-молекулярную теорию, значение которой для создания «общей картины природы как связанного целого» не меньше, чем названных им трех великих открытий. Ведь эта теория рассматривает с единой точки зрения все явле-

ная эмбриология; геология и палеонтология; сравнительная анатомия растений и животных — все эти отрасли знания доставили новый материал в неслыханном до того времени количестве. Но решающее значение имели здесь три великих открытия» [10, с.511]. Потом он изъясил этот фрагмент вместе с фрагментом, где о трех великих открытиях говорится более подробно, и включил в рукопись «Диалектики природы» под названием «Опущенное из Фейербаха» [10, с.510-514].

¹ В первоначальном варианте Энгельс написал: «Теперь вся природа простирается перед нами как некоторая система связей и процессов, объясненная и понятая по крайней мере в основных чертах» [10, с.513].

ния, происходящие в веществах, и является важнейшей составляющей научной картины мира ¹.

Незадолго до смерти Энгельс распределил материалы «Диалектики природы» по четырем связкам (см. [10, с.626]). По-видимому, он решил на основе имеющихся материалов написать книгу, дающую убедительное обоснование необходимости применения материалистической диалектики в теоретическом естествознании.

Первая связка называется «Диалектика и естествознание». В нее вошли листы с заметками, написанными в 1 – 4 рабочие фазы. По характеру это, в основном, примеры, подтверждающие те или иные положения диалектики.

Вторая связка – «Исследование природы и диалектика». В нее вошел ряд статей и фрагментов, в большинстве из которых Энгельс демонстрирует, как естествоиспытатели в своих исследованиях приходят к диалектическим отношениям, даже если не хотят слышать ни о какой диалектике, и как они, не зная диалектики, путаются в противоречиях.

Третья связка называется «Диалектика природы». Здесь собраны статьи по теоретическому естествознанию. В них Энгельс не занимается обоснованием необходимости диалектики, а демонстрирует материалистическую диалектику в действии ².

Четвертая связка «Математика и естествознание. Разное». Она содержит материалы, дополняющие материалы предыдущих связок.

Таким образом, на основе всех этих материалов должна была получиться книга, где тремя различными способами, в том числе путем

¹ Значение атомно-молекулярной теории хорошо раскрыл Р. Фейман:

«Если бы в результате какой-то мировой катастрофы все накопленные научные знания оказались бы уничтоженными и к грядущим поколениям перешла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию? Я считаю, что это – *атомная гипотеза* (можете называть ее не гипотезой, а фактом, но это ничего не меняет): *все тела состоят из атомов – маленьких телец, которые находятся в непрерывном движении, притягиваются на небольшом расстоянии, но отталкиваются, если одно из них плотнее прижать к другому*» [584, с.23].

² Обращаем внимание на такую деталь. Третья связка на русском языке имеет такое же название, как заглавия нумерованных листов из первой связки – «Диалектика природы». Однако у Энгельса эти заглавия отличаются: листы озаглавлены «Naturdialektik» (см. напр. [63, S.5-57]), а третья связка – «Dialektik der Natur» [63, S.288].

На наш взгляд, «Naturdialektik» – это диалектика природы в начальной стадии становления материалистической диалектики – на стадии обоснования ее необходимости для естествознания, а «Dialektik der Natur» – высоко-развитая диалектика, которая уже не нуждается в подтверждении на каждом шагу, а выступает как метод и инструмент познания и деятельности. Соответственно, диалектика природы – это синоним сознательного диалектико-материалистического теоретического естествознания.

решения некоторых проблем теоретического естествознания (то, что составляет предмет практики теоретика естествознания), демонстрируется необходимость материалистической диалектики как метода мышления для естествознания.

Краткие итоги работы Энгельса в области естествознания

В настоящей главе автор поставил задачу выяснить, что Энгельс **делал** и что **сделал** для развития теоретического естествознания. На протяжении главы автор анализировал, а затем подытоживал в конце каждого раздела, какого рода исследования проводил Энгельс на различных фазах работы, какие результаты получил, какие идеи сформулировал, а также какие замыслы высказал, но не реализовал.

Что **Энгельс делал** в области теоретического естествознания.

1. Энгельс разъяснял, что поскольку естествознание перешло от изучения предметов к изучению процессов, возникла необходимость использования текучих (подвижных) понятий (категорий), а также других форм мышления, выведенных и обоснованных в философии Гегеля. Но так как эта философия была идеалистической, ее необходимо было материалистически переосмыслить.

2. Энгельс не только объяснял, но и доказывал необходимость сознательного применения материалистической диалектики в теоретическом естествознании. В частности, он продемонстрировал, что диалектические, подвижные категории имеют прообразы в действительном мире и выводятся из него, что, оперируя метафизическими, застывшими понятиями, естествоиспытатели запутываются в противоречиях, что при использовании подвижных категорий проясняются многие неясные вопросы различных естественных наук.

3. Энгельс исследовал содержание ряда категорий физики – силы, энергии, работы, притяжения, отталкивания.

4. Энгельс подвергал критическому разбору сочинения естествоиспытателей, причем высказывался не только об их ошибочных философских воззрениях, как это потом делал В. И. Ленин в «Материализме и эмпириокритицизме», но и по специальным вопросам различных наук – о двух мерах движения, о приливном трении, проблемам теорий электричества.

5. Энгельс рассматривал нерешенные вопросы (проблемы) естествознания, например, проблему происхождения жизни, и высказывал свои соображения по поводу их решения.

Что **Энгельс сделал** в области теоретического естествознания.

1. Вместе с Марксом Энгельс разработал диалектико-материалистическое понимание природы и истории, дал образцы применения материалистической диалектики в теоретических исследова-

ния. Он сформулировал основополагающие положения диалектико-материалистического понимания природы — о движении как атрибуте материи, о неуничтожимости движения (в количественном и качественном отношении), о движении материи в вечном круговороте, о вечности и бесконечности Вселенной, о вечности движения и развития. Энгельс также кратко и в доступной форме, изложил диалектико-материалистический метод теоретического исследования.

2. Энгельс дал план развития естествознания в его собственной внутренней связи методом восхождения от абстрактного к конкретному.

3. Энгельс сформулировал закон взаимопревращения форм движения, продемонстрировал его обусловленность практикой.

4. Энгельс высказал ряд важных замечаний по поводу «механического» понимания природы.

5. Энгельс дал определение жизни, высказал ценные идеи о ее происхождении.

Кроме того, Энгельс задумал труд, обосновывающий необходимость материалистической диалектики для естествознания, начал, но не довел до завершения работу над ним.

В книгах, статьях и письмах Энгельса есть образцы всех форм работы диалектического материалиста в области теоретического естествознания — от доказательства того, что те или иные диалектические категории адекватно отражают те или иные отношения и процессы (соответственно, должны использоваться при создании естественно-научных теорий), до критической переработки теорий и наук.

Энгельс также высказал ряд ценных идей, относящихся к конкретным вопросам тех или иных естественных наук — о двух мерах механического движения, о проблеме тепловой смерти Вселенной, о мировом круговороте, о превращении излучаемого звездами света и др. Многие из этих идей подробно обсуждаются в гл. 6 и 7.

Продолжение в различных отраслях естествознания работы, начатой Энгельсом, является не чем иным, как созданием сознательного диалектико-материалистического естествознания.

Глава третья

Теоретические основы диалектико-материалистического естествознания

Предварительные замечания о значении материалистической диалектики для естествознания

Диалектико-материалистическое естествознание создается в ходе **сознательного применения** материалистической диалектики в исследованиях в области естествознания. Сознательное применение материалистической диалектики возможно тогда, когда исследователь понимает, что такое материалистическая диалектика, с какой целью она применяется, в чем заключается ее применение. Предварительные ответы на эти вопросы есть в работах Ф. Энгельса, о чем речь шла в предыдущей главе.

Однако, несмотря на то, что работы Энгельса издавались в СССР массовыми тиражами и изучались всеми студентами, в литературе, изданной в СССР примерно с конца 50-х гг. прошлого века, преобладала точка зрения, что материалистическую диалектику (диалектический материализм) для решения проблем естествознания применять нельзя.

«Конечно, марксистская диалектика – это вовсе не сборник правил: примени их непосредственно к частной задаче и получишь правильный ответ. Нет, это общая направленность и культура мысли, которая помогает каждому более целеустремленно ставить вопросы и разрешать загадки природы» [529, с.35].

«Диалектический материализм – методологическая основа и метод познания всех наук. Диалектический материализм не является «наукой над науками», не претендует решать конкретные вопросы естествознания и физики в частности, решать вопрос, какая из конкретных физических теорий правильная» [544, с.20].

«Можно ли привести конкретные примеры, свидетельствующие о том, что философия помогла физикам решить какую-нибудь конкретную задачу?» [627, с.297], – спрашивает Э. М. Чудинов. И отвечает: «...Любая попытка показать, как такой-то общий философский принцип помог физикам решить конкретную проблему, например открыть новый физический закон, оказывается безуспешной»¹ [там же].

¹ Кстати, последнее положение ложно. Исходя из философского принципа *causa aequat effectum* (причина равна действию) Р. Ю. Майер сформулировал закон сохранения энергии и вычислил так называемый механический эквивалент тепла, основываясь на известных значениях теплоемкости воздуха (см.

Некоторые авторы (например Я. Г. Дорфман [235], Э. Кольман [337], И. Б. Новик [453]) в качестве образца для подхода к вопросам естествознания приводили книгу В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм». Точнее, не книгу, а ту мысль, высказанную им в начале гл.5, что «разбирая вопрос о связи одной школы новейших физиков с возрождением философского идеализма, мы далеки от мысли касаться специальных учений физики. Нас интересуют исключительно гносеологические выводы из некоторых определенных положений и общеизвестных открытий» [57, с.266]. Указанные авторы решительно осуждали тех, кто в СССР в 30-е — 50-е гг. XX в. при рассмотрении естествознания шел дальше Ленина и давал оценку не только философских выводов, но и самих физических теорий¹. При этом почему-то забывали о том, что В. И. Ленин в своей книге мог ограничиться таким подходом к естественнонаучным теориям, поскольку «поставил себе задачей разыскать, на чем свихнулись люди, преподносящие под видом марксизма нечто невероятно сбивчивое, путаное и реакционное» [там же, с.11]. Разумеется, если кто-то ставит задачей развитие научных теорий, он не может не касаться специальных вопросов.

Автор начал применять материалистическую диалектику для решения теоретических проблем в области естествознания, во-первых, благодаря тому, что не знал другого метода решения встретившихся ему проблем в области исследования химических источников тока, о чем говорилось в предисловии, а во-вторых, потому, что по рекомендации Б. В. Новикова читал книги П. В. Копнина, Э. В. Ильенкова, В.А.Босенко, Г.С.Батищева². В этих книгах автор нашел много такого, что затем использовал в своих исследованиях³. Если бы автор изучал материалистическую диалектику по учебникам, вряд ли он смог бы выполнить исследования, результаты которых излагаются ниже: в большинстве учебников материалистическую диалектику излагали так, что использовать ее в исследованиях было невозможно.

[399, с.85–86]). А еще привел остроумный довод против витализма: «Вопрос: Во что превращается жизненная сила после смерти? Ответ: В ничто. Заключение: следовательно, жизненная сила — ничто». — *Nit fit ad nihilum*» [там же, с.172].

¹ Заметим, что в свое время Э. Кольман написал статью [335], в которой резко осуждал курс физики А. К. Тимирязева [565] именно за философскую (последовательно материалистическую) позицию.

² Б. В. Новиков рекомендовал и других достойных авторов, например М. А. Лифшица и Л. К. Науменко. Но, к сожалению, автор слишком торопился заняться применением диалектики и прочитал далеко не все из того, что было рекомендовано.

³ Кроме того, прочитанная, опять-таки по рекомендации Б. В. Новикова, статья Ю. А. Жданова «Материалистическая диалектика и проблема химической эволюции» [243] демонстрировала, как легко можно найти ответы на сложные вопросы естествознания, применяя материалистическую диалектику.

Поскольку автор изучал материалистическую диалектику с целью практического применения, ему удалось избежать того, о чем в свое время предупреждал В. А. Босенко:

«Характерно, что пока еще, как правило, овладение диалектикой (изучение ее) осуществляется не от практики и ее требований, не от действования по диалектическому типу, а от форм мышления (понятий, диалектических категорий, определений и т. п.), получаемых (и изучаемых) в готовом виде от науки о них (получается, от форм сознания о формах мышления). Другими словами, овладение диалектикой осуществляется чисто идеологическим путем, способом сверху, от движения понятия, от понятия движения к формам движения, от определений законов и категорий и их логических выражений к поискам примеров, т. е. в противоположность тому, каким должен быть материалистически-диалектический подход, метод в отличие от идеалистического диалектического метода» [135, с.168; 136, с.458].

А так как автор применял материалистическую диалектику сознательно и получил ряд весьма нетривиальных результатов, то, думается, может рассказать о применении материалистической диалектики с определенным знанием дела.

К настоящему времени автор выполнил четыре исследования, в которых сознательно ¹ применял материалистическую диалектику: критическое рассмотрение оснований классической термодинамики, исследование парадокса Гиббса, критический анализ релятивистской космологии, а также построение имитационной модели химического источника тока (ХИТ). Эти исследования имели различный характер, в связи с чем материалистическая диалектика применялась автором в различных случаях по-разному.

В двух случаях материалистическая диалектика применялась автором не только при проведении исследований, но и при выборе проблем, которыми следовало бы заняться. Зная о том, что в термодинамике более ста лет существует парадокс Гиббса, автор решил, что эта проблема достойна применения материалистической диалектики, а также был уверен в том, что, применяя материалистическую диалектику, решение ему удастся найти. Исследованиями в области космологии автор занялся потому, что эта наука выглядела сомнительно с точки зрения диалектического материализма в понимании автора.

В ходе исследований автор был уверен только в одном: применяя диалектико-материалистический метод, можно прийти к истинным результатам. На первых порах — до того, как были получены первые результаты, имеющие значение для науки — только убежденность в

¹ Основные принципы, которыми автор намеревался руководствоваться в своих исследованиях, он изложил в письме А. И. Вейнику от 6 июня 1985 г. (см. Приложение 1) — примерно за полгода до того, как получил с их помощью первый результат, который, по его (автора) мнению, можно было бы опубликовать.

силе материалистической диалектики двигала автором. Разумеется, без такой убежденности автор никогда не стал бы заниматься исследованиями ни в области оснований классической термодинамики, которую считают наукой завершенной, ни парадоксом Гиббса, который безуспешно решали многие великие физики.

Следует оговориться, что изложенное в настоящей главе не следует рассматривать как краткий курс или практическое руководство по материалистической диалектике. Здесь автор пишет только о тех положениях (элементах) диалектики, которые использовал при проведении своих исследований.

«Таким образом, мое намерение состоит не в том, чтобы научить здесь методу, которому каждый должен следовать, чтобы хорошо направлять свой разум, а только в том, чтобы показать, каким образом старался я направлять свой собственный разум» [226, с.11].

Одна из трудностей в освоении материалистической диалектики заключается в том, что она выступает как мировоззрение, логика, теория и метод познания, причем, по мнению многих философов, — одновременно. На наш взгляд, чтобы успешно применять материалистическую диалектику в теоретических исследованиях, следует различать диалектико-материалистическое мировоззрение, диалектико-материалистическую теорию познания и диалектико-материалистический метод познания.

О диалектико-материалистическом мировоззрении

В статье «Диалектика и мировоззрение» Э. В. Ильенков писал:

«Прежде всего, что понимается классиками марксизма под словом «мировоззрение»? Точно то же, что и всеми другими людьми, включая Ц. А. Степаняна (автор, с которым Э. В. Ильенков полемизировал — В.И.), по справедливому утверждению которого «мировоззрение, как это явствует из самого слова, есть воззрение на мир».

Из «самого слова», правда, не явствует более ничего. И не может «явствовать», если только мы не сторонники того взгляда, что истину надо и можно извлекать посредством анализа из слов, а не из реальных явлений.

Можно, разумеется, выразиться более пространно и сказать, что «мировоззрение» — это некоторая, причем любая, совокупность представлений человека о том мире, в котором он живет, т.е. о тех явлениях, с которыми он сталкивается в процессе своей жизнедеятельности. При этом нельзя упускать из виду, что представления эти могут быть самыми первобытными и дикими, самыми фантастическими и нелепыми, могут быть и научно продуманными, а могут представлять собой и самую причудливую мешанину из того и другого, что нередко случается и в наш просвещенный век. И эта мешанина тоже по праву будет называться «мировоззрением», хотя в

таким «мировоззрением» нельзя будет отыскать и намек на какие-либо устойчивые и сколько-нибудь продуманные «принципы».

Плохое, скверное мировоззрение? Плохо, скверно. Какое есть. И паршивую кошку надлежит называть кошкой, а не крысой, чтобы не подвергать произвольным искажениям исторически сложившийся смысл слов...

В одной и той же голове могут соседствовать самые разнородные, никак друг с другом не связанные по существу представления, например научные взгляды на природу и религиозные – на мир отношений людей друг к другу. Тогда мы имеем дело, скажем, с физиком или физиологом, искренне верующим в бога и даже посещающим храм божий (И.П. Павлов).

С точки зрения последовательно научного (материалистического) мировоззрения это, разумеется, непоследовательность, эклектичность, отсутствие цельности, но и такой совокупности взглядов никак нельзя отказывать в праве называться «мировоззрением» [289, с.347-350]

Мировоззрение может быть религиозным, идеалистическим, материалистическим и др. Мировоззрение может быть диалектико-материалистическим – более или менее последовательным.

Основные положения диалектико-материалистического мировоззрения кратко изложены И. В. Сталиным в статье «О диалектическом и историческом материализме». Сталин писал:

«Диалектический материализм есть мировоззрение марксистско-ленинской партии¹. Оно называется диалектическим материализмом потому, что его подход к явлениям природы, его метод изучения явлений природы, его метод познания этих явлений является **диалектическим**, а его истолкование явлений природы, его понимание явлений природы, его теория – **материалистической**...

Марксистский философский материализм характеризуется следующими основными чертами:

а) В противоположность идеализму, который считает мир воплощением «абсолютной идеи», «мирового духа», «сознания», философский материализм Маркса исходит из того, что мир по природе своей *материален*, что многообразные явления в мире представляют различные виды движущейся материи, что взаимная связь и взаимная обусловленность явлений, устанавливаемые диалектическим методом, представляют закономерности развития движущейся материи, что мир развивается по законам движения материи и не нуждается ни в каком «мировом духе»...

б) В противоположность идеализму, утверждающему, что реально существует лишь наше сознание; что материальный мир, бытие, природа существует лишь в нашем сознании, в наших ощущениях, представлениях, понятиях, марксистский философский материализм исходит из того, что материя, природа, бытие представляет объективную реальность, существующую вне и независимо от сознания; что материя первична, так как

¹ И должно быть сегодня мировоззрением того теоретика, который намерен создать истинную теорию.

она является источником ощущений, представлений, сознания, а сознание вторично, производно, так как оно является отображением материи, отображением бытия; что мышление есть продукт материи, достигшей в своем развитии высокой степени совершенства, а именно продукт мозга, а мозг — орган мышления; что нельзя поэтому отделять мышление от материи, не желая впасть в грубую ошибку...

е) В противоположность идеализму, который оспаривает возможность познания мира и его закономерностей, не верит в достоверность наших знаний, не признает объективной истины и считает, что мир полон «вещей в себе», которые не могут быть никогда познаны наукой, марксистский философский материализм исходит из того, что мир и его закономерности вполне познаваемы; что наши знания о законах природы, проверенные опытом, практикой, являются достоверными знаниями, имеющими значение объективных истин; что нет в мире непознаваемых вещей, а есть только вещи, еще не познанные, которые будут раскрыты и познаны силами науки и практики...» [549, с.580–582].

Далее И. В. Сталин называет основные черты диалектики, излагая диалектико-материалистический метод. Соответствующий фрагмент мы приведем ниже, а пока кратко скажем, что, согласно Сталину, основными чертами диалектики являются следующие: диалектика рассматривает природу как связанное единое целое, как состояние непрерывного движения и изменения; диалектика рассматривает процесс развития как такой, где количественные изменения приводят к качественным; диалектика исходит из того, что предметам, явлениям природы свойственны внутренние противоречия, что внутреннее содержание процесса составляет борьба противоположностей.

В XVIII в. господствовало противоположное диалектическому *метафизическое* мировоззрение, «центром которого является представление *об абсолютной неизменяемости природы*» [10, с.348], а существенной чертой — представление о существовании резких разграничительных линий между различными явлениями и классами явлений.

«Для метафизика вещи и их мысленные отражения, понятия суть отдельные, неизменные, застывшие, раз навсегда данные предметы, подлежащие исследованию один после другого и один независимо от другого. Он мыслит сплошными непосредственными противоположностями; речь его состоит из: «да — да, нет — нет; что сверх того, то от лукавого»» [14, с.21].

Элементы диалектико-материалистического мировоззрения существуют с глубокой древности¹, многие из них исследователь осваивает стихийно — на основе индивидуального опыта, в ходе чтения раз-

¹ Гераклитовское «Этот космос один и тот же для всего существующего, не создал никакой бог и никакой человек, но всегда он был, есть и будет вечно живым огнем, мерами загорающимся и мерами потухающим» [408, с.44] — тоже «формула» диалектико-материалистического мировоззрения.

нообразной, в том числе художественной литературы ¹. В Советском Союзе, где целью образования было распространение научных знаний, множество людей осваивали элементы диалектико-материалистического мировоззрения очень легко и незаметно для себя. Поэтому советским студентам часто было скучно на лекциях по философии, когда они слышали о том, что все изменяется, все взаимосвязано — обо всем этом они уже знали.

Л.Р. Грэхэм — американский историк советской науки, вовсе не марксист, в своей книге «Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе» писал, что система советского диалектического материализма

«представляет собой систему философии природы (natural philosophy), основанную на следующих, как представляется, вполне разумных принципах и представлениях:

- мир материален...;
- материальный мир представляет собой взаимосвязанное целое;
- человеческое знание формируется объективно существующей реальностью (как природной, так и социальной); бытие определяет сознание;
- мир находится в постоянном движении, и не существует ничего статичного в этом мире...» [216, с.65-66].

Еще он пишет: «ни один из вышеперечисленных принципов не является оригинальным завоеванием диалектического материализма, хотя взятые в совокупности, они характерны только для этой концепции» [там же, с.66].

Это еще раз демонстрирует то, что основные элементы диалектико-материалистического мировоззрения, можно сказать, общеизвестны.

Энгельс писал в «Анти-Дюринге»: «Современный материализм... вообще уже больше не философия, а просто мировоззрение, которое должно найти себе подтверждение и проявить себя не в некоей особой науке наук, а в реальных науках» [14, с.142].

То, что академик Н.Н.Семенов сказал о материалистической диалектике — «это общая направленность и культура мысли, которая помогает каждому более целеустремленно ставить вопросы и разрешать загадки природы» [529, с.35] — характерно для диалектики как мировоззрения.

Прежде чем приступать к исследованиям, результаты которых излагаются ниже, автор довольно твердо усвоил ряд важнейших положений диалектико-материалистического мировоззрения, что позволило ему увидеть проблемы там, где их почти никто не видел.

¹ Обрести привычку рассматривать все в постоянном движении, изменении автору в свое время помогло чтение произведений Германа Гессе.

Так, автору «не нравилось» то, что между теплотой и другими формами движения существует противоречащая диалектике непреодолимая пропасть, — и одним из направлений его исследований в области термодинамики стал поиск фактов, доказывающих отсутствие такой пропасти. Изучением космологии автор занялся потому, что эта наука провозглашает противоречащую диалектико-материалистическому мировоззрению конечность Вселенной, ее начало во времени, ее эволюцию¹.

Во всех таких случаях автор, после проведения соответствующих исследований, убеждался, что принципы диалектического материализма остаются незыблемыми, а ошибочными являются те положения, которые им противоречат. Таким образом, в проводимых автором исследованиях диалектико-материалистическое мировоззрение играло именно такую роль, о которой писал Энгельс — подтверждалось и проявлялось в конкретных науках.

Основные положения диалектико-материалистической теории познания

Диалектико-материалистическая теория познания основывается на диалектико-материалистическом мировоззрении, однако является не совокупностью общих воззрений о мире, а научной теорией познания, т. е. теорией, которая изучает законы истинного познания.

Хотя истоки диалектики как теории познания восходят к древним грекам, диалектико-материалистическая теория познания возникла сравнительно недавно. Ее основы были заложены Марксом и Энгельсом, что не сразу осознали даже марксисты. В конце XIX — начале XX вв. появилось много желающих дополнить марксизм «современной теорией познания». Возражая им, В.И. Ленин категорично заявил:

«Диалектика *и есть* теория познания (Гегеля и) марксизма: вот на какую «сторону» дела (это не «сторона» дела, а *суть* дела) не обратил внимания Плеханов, не говоря уже о других марксистах» [60, с.321]².

¹ «Для нас, воспитанных в мировоззрении диалектического материализма нет сомнений, что Вселенная бесконечна в пространстве и во времени, что происходит круговорот материи...» [639, с.107].

² «Со времен Платона диалектика была теорией знания, наукой о том, как человек постигает самые важные для него вещи — Истину, Добро и Красоту. Когда в конце XIX — начале XX века появились неокантианская и позитивистская «теория познания», то у некоторых марксистов появился соблазн дополнить марксизм «теорией познания». И тогда только один Ленин оказался трезвым, он сказал, что марксизм в этом вовсе не нуждается, у него уже есть своя теория познания — это унаследованная от классической философии, прежде всего от Гегеля, диалектика, чего не понял Плеханов, «не говоря уже о других марксистах» [403].

В отличие от диалектико-материалистического мировоззрения, диалектико-материалистическую теорию познания освоить стихийно, а по сути, создать еще раз «с нуля» нельзя — для этого нужно в одиночку выполнить работу мыслителей, творивших тысячи лет. Проще «с нуля» создать теорию бесконечно малых (дифференциальное и интегральное исчисление).

Чтобы знать диалектико-материалистическую теорию познания, нужно, во-первых, знать, что такая теория есть, а во-вторых, ее нужно изучать. Поэтому очень часто известные математики, физики, биологи, не изучавшие материалистическую диалектику, допускали совершенно нелепые высказывания, касающиеся процесса познания.

Например, академик АН СССР А. Б. Мигдал в популярной книжке для школьников так описывает процесс познания:

«Вот стоит человек перед огромным миром. Он слышит плеск волн, шум ветра, видит сияющее Солнце, далекие звезды, **чувствует** (выделено мной, — В.И.) движение Земли, и интуиция подсказывает ему, что все должно быть связано в природе, что красота окружающего имеет высокий и таинственный смысл... Разгадать загадки Вселенной призвано научное творчество» [416, с.3].

Описание в корне ошибочное. Уже Гете знал: «В начале было дело!». А когда человек чувствует движение земли (во время землетрясения), то интуиция подсказывает ему, что нужно спастись, а не размышлять о красоте природы.

Академик АН СССР С.И.Вавилов в сборнике «Памяти Карла Маркса...», изданном АН СССР в 1933 г., писал: «Античная наука и ее новый классический наследник (классическая наука, — В.И.) оказались в полном биологическом соответствии с естественными задатками человеческого сознания...» [151, с.8]; после появления новой физики «для достижения прежней гармонии и «понятности» человеку нужно **биологически** измениться» (выделено мной — В.И.) [там же, с.10].

Эту же нелепость почти полвека спустя повторил другой академик АН СССР — В. Л. Гинзбург — на III Всесоюзном совещании по философским вопросам естествознания (1981 г.):

«Разумеется, философия развивается дальше и будет развиваться. Но можно и нужно ли ожидать открытия каких-то принципиально новых (пока неизвестных) черт диалектики и ожидать новой революции в философии? ... Мое собственное, поневоле предварительное, представление таково: научный метод, общий характер диалектического мышления и подхода нам уже в основном известны, и нет оснований ожидать здесь переворотов в обозримое время (скажем, пока заметно не изменился в **биологическом отношении** сам человек)» (выделено мной — В.И.) [208, с.222-223].

Не понимая, что диалектика как теория познания — особая наука и как таковая требует изучения, с начала 60-х гг. XX века «начальники философии» в СССР приглашали видных физиков, химиков, биологов для участия в конференциях и сборниках трудов по философии, независимо от того, изучали эти физики, химики, биологи материалистическую диалектику или нет, могли они сообщить что-то новое с точки зрения развития особой науки — марксистской гносеологии — или излагали общеизвестные банальности, а то и положения разного рода враждебных марксизму «философий». Можно сказать, что в советской философии на практике было реализовано то, о чем писал Гегель:

«Относительно других наук считается, что требуется изучение для того, чтобы знать их. Соглашаются также, что для того, чтобы изготовить башмак, нужно изучить сапожное дело и упражняться в нем, хотя каждый человек имеет в своей ноге мерку для этого, имеет руки и благодаря им требуемую для данного дела природную ловкость. Только для философствования не требуется такого рода научения и труда» [193, с.88-89].

По-видимому, в связи с тем, что диалектико-материалистическая теория познания, так сказать, намного моложе диалектико-материалистического мировоззрения, даже ознакомиться с ней непросто. Если элементы диалектико-материалистического мировоззрения (диалектико-материалистического понимания природы и истории) излагались — лучше или хуже — во всех учебниках по диалектическому материализму, то, по мнению автора, только некоторые советские философы действительно развивали и излагали диалектико-материалистическую теорию познания в той мере, в которой эта теория может служить руководством при решении проблем естествознания и при создании диалектико-материалистического естествознания.

Как сказано выше, диалектико-материалистическую теорию познания автор изучал по книгам П. В. Копнина [339, 340, 341], Э. В. Ильенкова [287, 288, 284, 286], В. А. Босенко [134, 135], Г. С. Батищева [106]. В книгах П. В. Копнина «Диалектика как теория познания» и «Диалектика как логика» диалектико-материалистическая теория познания изложена с достаточной полнотой. По книгам Э. В. Ильенкова автор изучал диалектику как метод теоретического исследования. По книгам В. А. Босенко автор осваивал диалектико-материалистическое понимание движения, а также роль практики в познании. Наконец, благодаря книге Г. С. Батищева «Противоречие как категория диалектической логики» автор освоил некоторые тонкости понимания процесса постижения истины и противоречия как категории теории познания. Соответственно, дальнейшее изложение материалистической диалектики как теории познания (и логики) в значительной мере является изложением того, что есть в работах названных авторов.

Разумеется, эти авторы в своих исследованиях основывались на идеях, высказанных основоположниками диалектического материализма – К. Марксом, Ф. Энгельсом, В. И. Лениным.

Начиная разговор о диалектико-материалистической теории познания, прежде всего следует сказать: «В основе теории познания диалектического материализма лежит признание внешнего мира и отражения его в человеческой голове» [58, с.5].

Более подробно: в основе диалектико-материалистической теории познания лежит **материалистическое решение** основного вопроса философии – «вопроса об отношении мышления к бытию, духа к природе» [18, с.283].

Этот вопрос имеет две стороны: «что является первичным: дух или природа» [там же] и «в состоянии ли наше мышление познавать действительный мир, можем ли мы в наших представлениях и понятиях о действительном мире составлять верное отражение действительности?» [там же].

Соответственно, материалистическое решение основного вопроса философии, на котором основана диалектико-материалистическая теория познания, можно сформулировать так:

«1) Существуют вещи независимо от нашего сознания, независимо от нашего ощущения, вне нас...

2) Решительно никакой принципиальной разницы между явлением и вещью в себе нет и быть не может. Различие есть просто между тем, что познано, и тем, что еще не познано, а философские измышления насчет особых граней между тем и другим, насчет того, что вещь в себе находится «по ту сторону» явлений (Кант), или что можно и должно отгородиться какой-то философской перегородкой от вопроса о непознанном еще в той или иной части, но существующем вне нас миром (Юм), – все это пустой вздор, Schrulle, выверт, выдумка» [57, с.102].

«Быть материалистом значит признавать объективную истину, открываемую нам органами чувств. Признавать объективную, т. е. не зависящую от человека и от человечества истину, значит так или иначе признавать абсолютную истину» [там же, с.134-135].

Это исходные положения диалектико-материалистической теории познания.

«Марксисты основывают все свои теоретические построения, исходя из существования внешнего материального мира и объективной истины» [409, с.428].

Сама же теория познания описывает, каким образом познается эта объективная абсолютная истина.

«Диалектический материализм есть теория абсолютной объективной истины, а не истины условной, «участково-околоточной», по выражению Шедрина» (М. А. Лифшиц) [385, с.7].

Формулировки основных положений диалектико-материалистической теории познания имеются в «Философских тетрадах» В. И. Ленина.

1) «Познание есть отражение человеком природы. Но это не простое, не непосредственное, не цельное отражение, а процесс ряда абстракций, формирования, образования понятий, законов etc., каковые понятия, законы etc. (мышление, наука = «логическая идея») и *охватывают* условно, приблизительно универсальную закономерность вечно движущейся и развивающейся природы. Тут *действительно*, объективно **три** члена: 1) природа; 2) познание человека, = **мозг** человека (как высший продукт той же природы) и 3) форма отражения природы в познании человека, эта форма и есть понятия, законы, категории etc. Человек не может охватить = отразить = отобразить природы *всей*, полностью, ее «непосредственной цельности», он может лишь вечно приближаться к этому, создавая абстракции, понятия, законы, научную картину мира и т. д. и т. п.» [60, с.163-164];

2) «Логика есть учение о познании. Есть теория познания» [там же, с.163]; «Логика есть учение не о внешних формах мышления, а о законах развития «всех материальных, природных и духовных вещей», т.е. развития всего конкретного содержания мира и познания его, т.е. итог, сумма, вывод *истории* познания мира» [там же, с.84]. «Марксизм, *то есть* диалектическая логика...» [61, с.291];

3) «Всякая наука есть прикладная логика» [60, с.183].

4) «В теории познания, как и во всех других областях науки, следует рассуждать диалектически, т.е. не предполагать готовым и неизменным наше познание, а разбирать, каким образом из *незнания* является *знание*, каким образом неполное, неточное знание становится более полным и более точным» [57, с.102]; «Истина есть процесс» [60, с.183].

5) «В мозгу человека отражается природа. Проверая и применяя в практике своей и технике правильность этих отражений, человек приходит к объективной истине... От субъективной идеи человек идет к объективной истине через «практику» (и технику)» [60, с.183].

Разъясним эти положения.

Познание как отражение человеком природы

«Познание есть отражение человеком природы» [60, с.183]. Это означает, что объектом познания есть существующий до и независимо от человека мир, что содержание познания возникает из объективной реальности¹, и поэтому может быть объективным — не зависящим от сознания человека.

Обратим внимание на очень важное обстоятельство. «Человек» («человеческая голова»), о котором говорится в марксистской теории

¹ «Все идеи извлечены из опыта, они — отражения действительности, верные или искаженные» [15, с.629]; «Единственным содержанием мышления являются мир и законы мышления» [там же, с.630].

познания — это не Иванов, Петров, Ньютон; сознание, которое отражает внешний мир — не индивидуальное сознание. Когда в марксистской теории познания речь идет о сознании (мышлении), имеется в виду общественное сознание.

«Что же такое все-таки мышление? На этот вопрос испокон века искала ответа именно философия (и долго развивавшаяся в ее недрах психология, пытающаяся объяснить, что такое индивидуальная психика, по-старому «душа»).

Если мышление лишь «речь минус звук», как считает Богданов (а это стержневая линия понимания всего позитивизма), «немая речь» или процесс развития языковых систем, то прав позитивизм. И тут — путь в идеализм.

Иная линия идет от Спинозы. Мышление он понимает как свойственную материальному телу, и не всякому, а только мыслящему, способность, с помощью которой оно может строить свои действия в пространственно определенном мире сообразно «форме и расположению» всех других внешних ему тел, как «мыслящих», так и «немыслящих»...

Мышление рождается в процессе и внутри материального действия как его момент, как его сторона¹ и лишь позднее выделяется в специальную (во времени и в пространстве обособленную) деятельность, лишь у человека обретая «знаковую» форму...

Всю бесконечную совокупность существующих в природе и истории вещей, событий, процессов и называют в философии объективной (вне субъекта и независимо от него существующей) реальностью или, более кратко, материей, материальным миром. Этот материальный мир и противостоит равно как индивидуальному мыслящему мозгу, так и коллективному «мыслящему мозгу человечества», т. е. «мышлению вообще», «сознанию вообще», «психике вообще», «духу вообще»... Исторически развивающееся целое — вся духовная культура человечества — вот что и прежде всего интересует философа, вот что и означает в философии термин «сознание»...» [287, с.36-41].

Соответственно, познающим субъектом, согласно диалектико-материалистической теории познания, является не тот или иной теоретик, а человечество. И радикальные изменения в познании происходят не в силу биологических изменений в человеке (за последние две с половиной тысячи лет биологически человек не изменился), а в силу изменения практики, в конечном итоге — способа производства².

Цель познания — истина, такое содержание, которое совпадает с содержанием отражаемой объективной реальности. В идеале в содер-

¹ Поэтому, как подчеркнул В.И. Ленин, «Различие идеального от материального тоже не безусловно, не *überschwenglich*» (не чрезмерно. — Ред.) [60, с. 104].

² И если сегодня в бывшем СССР множество философов выступают против марксизма, который они преподавали студентам четверть века назад, то, думается, не потому, что за это время они биологически изменились, а потому, что изменились общественные отношения.

жании истинной теории какого-либо явления (объекта) не должно быть иного содержания, кроме того, что имеется в самом явлении (объекте).

Эти положения кому-то могут показаться банальными, самоочевидными. Это не так. К примеру, А. Эйнштейн писал в книге «Сущность теории относительности»:

«Целью всякой науки, будь то естествознание или психология, является согласование между собой наших ощущений и сведение их в логическую систему» [647, с.5].

Эти положения являются основополагающими в субъективно-идеалистической философии махизма, и Эйнштейн переписал их из сочинений Э. Маха.

««Задача науки,— писал Мах в 1872 году, — может состоять лишь в следующем: 1. Исследовать законы связи между представлениями (психология). — 2. Открывать законы связи между ощущениями (физика).— 3. Разъяснять законы связи между ощущениями и представлениями (психопсихика)»» [57, с.33] ¹.

Разумеется, в ощущениях есть объективное содержание. Но если исходить из ощущений, то смазывается граница между объективным и субъективным ², между научными теориями и ненаучными, фантастическими (в том числе религиозными) представлениями, исчезает основание для постановки вопроса об объективной истине, об истинности теорий.

Следует заметить, что на мировоззрение А. Эйнштейна повлияла не только субъективно-идеалистическую философию Маха, но и материалистическая философия Спинозы. После появления квантовой механики А. Эйнштейн много лет критиковал эту теорию с материалистических позиций. В статье «Элементарные соображения по поводу интерпретации основ квантовой механики» Эйнштейн писал:

¹ Любопытно, что иезуит А. Секки в книге, написанной в 1869 г. «под давлением свинцовой скупьи Пия IX» [528, с.391] (выражение переводчика книги), утверждал, что «единственная задача науки состоит в изучении строения вселенной и ее законов» [там же, с.XXXII].

² В. Г. Богораз (Тан): «Оригинальность теории Эйнштейна в том состоит, между прочим, что он разрушил эту антиномию между бытием и восприятием и слил их вместе» [122, с.116]. Не следует думать, будто этнограф В. Г. Богораз неправильно понял теорию относительности. В популярной брошюре «Что такое теория относительности» [370], написанной двумя физиками, академиком Л. Д. Ландау и профессором Ю. Б. Румером, в главе «Относительность, к которой мы привыкли» на полном серьезе утверждается, что ответ на вопрос «Кто больше: пастух или корова?» зависит от того, где находится наблюдатель: если ближе к пастуху, то больше пастух, если ближе к корове, то — корова. Тем самым утверждается, что вопрос «Кто больше?» эквивалентен вопросу «Кто кажется больше?», что нет различия между объектом и его отражением.

«Я нисколько не сомневаюсь, что современная квантовая теория (точнее, «квантовая механика») дает наиболее полное совпадение с опытом, коль скоро в основу описания в качестве элементарных понятий положены понятия материальной точки и потенциальной энергии. Однако то, что я считаю неудовлетворительным в этой теории, состоит в интерпретации, которую дают « ψ -функции». Во всяком случае, в основе моего понимания лежит положение, решительно отвергаемое наиболее крупными современными теоретиками: существует нечто вроде «реального состояния» физической системы, существующего объективно, независимо от какого-то бы то ни было наблюдения или измерения, которое в принципе можно описать с помощью имеющихся в физике средств. [Какие адекватные средства следует применять для этого, и, следовательно, какими фундаментальными понятиями следует воспользоваться, на мой взгляд, пока неизвестно. (Материальная точка? Поле? Какое-либо другое средство описания, которое надо еще найти?)] Этот тезис о реальности сам по себе не имеет ясного смысла ввиду своего «метафизического» характера, он носит лишь программный характер. Однако все люди, в том числе и теоретики, занимающиеся квантовой механикой, твердо придерживаются этого положения о реальности до тех пор, пока не обсуждаются основы квантовой механики. Никто, например, не сомневается в том, что центр тяжести Луны в некоторый наперед заданный момент времени занимает вполне определенное положение даже в том случае, если нет никакого (реального или потенциального) наблюдателя. Если же отбросить этот произвольный тезис о реальности, рассматриваемый в чисто логическом плане, то будет весьма трудно избежать солипсизма» [648, с.623-624].

Как известно, своей критикой квантовой механики Эйнштейн ничего не добился — большинство тех, кто создавали то, что называется физикой XX века, находились под влиянием позитивистской философии и не посчитали нужным принимать во внимание его критику.

Известный английский ученый Дж. Бернал писал:

«Преобладающее влияние на формулировку современных физических теорий имел позитивизм Эрнста Маха...¹ Большинство физиков так прониклись этим *позитивизмом* в годы своей учебы, что считают его не остроумным методом объяснения объективного мира с позиций субъективизма, а неотъемлемой частью науки. Это положение было почти в самом начале рассматриваемого периода разоблачено В. И. Лениным в его труде «Материализм и эмпириокритицизм», однако мистификации теоретической физики по прежнему продолжались, и потребуются еще много лет аргументации и накопления опыта, включая и опыт политический, преж-

¹ Кстати, «...обычные интерпретации квантовой механики, с которыми мы встречаемся, например, в классических трактатах фон Неймана и Дирака, а также в стандартных учебниках Бома, Ландау и Лифшица, соответствуют духу и букве раннего логического позитивизма, модного среди ученых в период между двумя войнами» [148, с.130].

де чем логический базис физики будет очищен от идей, не имеющих ничего общего с материальным миром» [116, с.409].

Насколько автор может судить, за те полвека, которые прошли после того как были написаны эти слова, очищение логического базиса физических теорий от влияния позитивизма не произошло влияние диалектического материализма на теоретическую физику в XX веке, если было, то ничтожное. Соответственно, анализируя современные физические теории, нужно быть очень внимательным, чтобы не принять чьи-то фантазии за достоверные факты.

О формах отражения

«Третьим членом» в познании Ленин назвал форму отражения природы в познании человека. «Эта форма и есть понятия, законы, категории etc.» [60, с.167]. А также теории, математические модели, алгебраические и дифференциальные уравнения, чертежи и т.п.

Эти простая истина не стала достоянием всех ученых и во второй половине XX века. К примеру, в свое время автор обнаружил, что специалисты в области математического моделирования не понимают, что и математическая модель, и закон природы – формы отражения.

В. В. Налимов: «Понятие закона в науке заменяется более широким, хотя и более расплывчатым понятием модели. Закон в науке имеет характер некоторой абсолютной категории на данном уровне знаний. Он может быть либо безусловно верен, либо безусловно неверен, и тогда просто отвергается¹. ...Нельзя говорить, что одно и то же явление можно объяснить двумя или несколькими слегка различными законами» [436, с.13].

А. Г. Ивахненко: «Второй закон Ньютона, несомненно, есть результат гениального обобщения многих его наблюдений. Машина «открывает» тот же закон, пользуясь всего пятью точками наблюдений над полетом тел... Дайте машине свободу выбора, и она перестанет быть простым арифмометром. Она будет способна открывать законы природы, т.е. творить!» [269, с.36].

Если помнить, что и математическая модель, и закон природы (теоретический, выраженный в теории) – формы отражения объективной реальности в сознании человека, то можно утверждать, что

¹ Похоже, В. В. Налимов не только ничего не слышал о диалектике относительной и абсолютной истины, но и никогда не читал «Диалектику природы», где, в частности, говорится: «Что вода при температуре от 0 до 100°С жидка – это вечный закон природы, но чтобы он мог иметь силу, должны быть налицо: 1) вода, 2) данная температура и 3) нормальное давление» [10, с.553].

Не зная азов диалектического материализма, В. В. Налимов во втором издании своей книги «Вероятностная модель языка» в разделе «Правомерна ли гипотеза о существовании «полей сознания»?» на полном серьезе обсуждал гипотезу «о субстанциальном существовании «полей сознания» вне человека» [438, с.250].

они имеют как общие черты, так и различаются. Поэтому, во-первых, нельзя проводить между ними непреодолимую границу, как делал В. В. Налимов, а во-вторых, нельзя называть создание математической модели оптимальной сложности открытием законов, как делали А. Г. Ивахненко с соавторами [269, с.32], в частности, потому, что «Закон есть прочное (остающееся) в явлении... Закон есть существенное в явлении» [60, с.136], в то время как модель может отражать несущественное, временное, преходящее в явлении.

Не понимая, что всякая теория есть всего лишь форма отражения, многие физики часто высказывается примерно так: пока не появились экспериментальные данные, которые противоречат существующей теории, нет оснований для критики, тем более для изменения теории. Тем самым демонстрируют, что имеют метафизические представления о познании, характерные для материалистов XVIII века.

Энгельс писал: «Над всем нашим теоретическим мышлением господствует с абсолютной силой тот факт, что наше субъективное мышление и объективный мир подчинены одним и тем же законам и что поэтому они не могут противоречить друг другу в своих результатах, а должны согласоваться между собой. Факт этот является бессознательной и безусловной предпосылкой нашего теоретического мышления. Материализм XVIII века вследствие своего по существу метафизического характера исследовал эту предпосылку только со стороны ее содержания. Он ограничился доказательством того, что содержание всякого мышления и знания должно происходить из чувственного опыта... Только новейшая идеалистическая, но вместе с тем и диалектическая философия – в особенности Гегель – исследовала эту предпосылку также и **со стороны формы**» (выделено мной – В.И.) [10, с.581].

Если помнить, что теории, понятия, законы природы, выраженные в теориях, – формы отражения, то всегда можно поставить вопрос: является ли данная форма отражения (теория, понятие и т.д.) наиболее подходящей для данного содержания. Не окажется ли другая теория более подходящей формой для выражения данного содержания? Соответственно, независимо от того, есть новые факты, противоречащие данной теории, или нет, почти всегда можно ставить задачу усовершенствования ее как логической формы.

Заметим, что в истории науки (в частности, в истории физики) новые теории далеко не всегда создавались на основе новых фактов. Например, Даламбер «отрицательно относился к системе механики Ньютона, основанной на принципе ускоряющих сил (т.е. к той форме, в которой Ньютон выразил содержание механики, – В.И.). Даламбер говорил, что он (этот принцип, – В.И.) «опирается на расплывчатое и неясное положение, что действие пропорционально своей причине...», он «в механике бесполезен, и потому он должен быть из нее исключен». Понятие силы должно быть вообще исключено из механики, где

следует основываться только на понятии движения» [544, с.193]. В результате проведения исследований, начатых Даламбером и продолженных Лагранжем и другими учеными, была создана аналитическая механика – новая логическая форма классической механики.

Следует иметь в виду, что между формой теории и ее содержанием нет резкой границы и выяснять, не относится ли к форме то, что принято считать содержанием.

К примеру, при построении любой температурной шкалы принимаются определенные произвольные допущения (см. [347, с.20-44; 530, с.20-23]). Одно из допущений, которые принимаются при построении абсолютной термодинамической шкалы температур (шкалы Кельвина) гласит: отношение теплот, поглощаемой (выделяемой) машиной Карно в процессах изотермического расширения (сжатия газа) равно отношению температур этих процессов. В силу этого допущения получается шкала Кельвина, которая начинается с нуля. При другом допущении получается другая шкала, которую в свое время тоже вводил Кельвин, и которую И. Р. Кричевский назвал L-шкалой Кельвина [347, с.184-186]. Нулю термодинамической температуры соответствует минус бесконечность по L-шкале [347, с.185] (см. также [530, с.26]). И если во многих курсах термодинамики встречаются рассуждения относительно того, почему абсолютный нуль температуры недостижим, или доказательства того, что абсолютный нуль температуры недостижим, то, если бы в свое время в термодинамике была бы принята L-шкала, такого рода проблем у физиков не было бы – доказывать невозможность достижения минуса бесконечности нет необходимости. Соответственно, недостижимость абсолютного нуля по шкале Кельвина не выражает закона природы. По-видимому, закон, который отражается в недостижимости абсолютного нуля по шкале Кельвина, можно сформулировать так: внутренняя энергия тела не может равняться нулю.

То обстоятельство, что температура по термодинамической шкале имеет положительный знак, тоже обусловлено произвольным допущением [530, с.26]. Таким образом, знак термодинамической температуры относится к форме выражения температуры, а не к содержанию этого понятия.

Заметим, что истинными или ложными могут быть не только теории. «Лишенное тела мышление» и «лишенное мышления тело» – одинаково ложные абстракции¹ [288, с.28-29], одинаково ложные формы отражения мира в сознании человека. «А из двух одинаково ложных абстракций уж конечно не слепишь реального мыслящего человека» [288, с.28-29]. Соответственно, мышление может быть истинным только тогда, когда

¹ Другие ложные абстракции – «бог», «душа», «движение без материи», «материя без движения» и т.п.

использует истинные понятия. Поиск, создание истинных понятий — задача не менее важная, чем создание истинных теорий.

Значение логических форм для истинного познания можно проиллюстрировать примером, который приведен в конце первой главы: только представление траекторий планет в форме дифференциальных уравнений позволило отрыть неизвестные планеты.

Отсутствие соответствующих логических форм может существенно затормозить развитие науки.

«...Нелепо думать, что слово «плюс», записанное значком «+», вдруг станет обладать некими совсем новыми качествами. И тем не менее разве можно было бы разработать теорию решения алгебраических уравнений, если бы математики довольствовались словами? Ответ — разумеется, отрицательный — на этот вопрос дает японская математика, которая не смогла выработать символического языка и застыла в своем развитии» [309, с.129].

Заметим, что в XX в. теоретическая физика не использовала такие логические формы, как категории материалистической диалектики и тоже застыла в своем развитии ¹.

Поскольку понятия, теории, науки — формы отражения, то развитие человеческого познания заключается не только в приумножении знаний, но и в развитии форм отражения.

Герцен писал о современных ему естественнонаучных теориях: «они личны, шатки, неудовлетворительны; каждое новое открытие грозит разрушить их; **они не могут развиваться**, а заменяются новыми» (выделено мной — В.И.) [202, с.235] ².

Обратим внимание на выделенные слова. Теории не могут развиваться, поскольку им не придали формы, которую можно было бы развивать. Кстати, формой, которая не может развиваться, является созданное в античное время аксиоматическое построение теории.

В рецензии на работу Карла Маркса «К критике политической экономии» Энгельс писал: Со времени смерти Гегеля вряд ли была сделана хотя бы одна попытка развить какую-нибудь науку в ее собственной внутренней связи» [21, с.494].

Развивать науку в ее собственной внутренней связи — значит развивать методом восхождения от абстрактного к конкретному. А план развития естествознания методом восхождения от абстрактного к конкретному представил Ф. Энгельс — во фрагменте «Диалектика естествознания» и в письме Марксу от 30 мая 1873 г., о чем говорилось во второй главе.

¹ Какие проблемы обнаруживаются в классической термодинамике, если правильно использовать категорию движения, показано в гл. 7.

² Кстати, «неразвивающаяся мысль, строго говоря, не есть мысль» [106, с.96].

О Логике с большой буквы

Логикой называется наука о формах и законах мышления. А так как мышление – отражение объективной реальности (внешнего мира, движущейся материи) в сознании человека, то «логика есть учение не о внешних формах мышления, а о законах развития «всех материальных, природных и духовных вещей», т.е. развития всего конкретного содержания мира и познания его, т.е. итог, сумма, вывод *истории* познания мира» [60, с.84].

Чтобы понять в должной мере это положение В.И. Ленина, нужно учесть, что еще до появления материалистической диалектики предшественники немецкой классической философии произвели в логике настоящую революцию.

«Кант впервые начинает видеть главные *логические* формы мышления в категориях, включая тем самым в состав предмета логики то, что вся предшествующая традиция относила к компетенции онтологии, метафизики и ни в коем случае не логики» [288, с.66].

Дело, начатое Кантом, продолжил Гегель, который тоже включил в состав логики все категории.

«Требование Гегеля включить в состав логики все категории (предмет прежней метафизики, онтологии) вовсе не означало выхода за границы мышления. Оно равнозначно требованию критически проанализировать *те действия мышления*, которые произвели на свет определения прежней метафизики, выявить те формы мышления, которые и логика, и метафизика применяли совершенно некритически, бессознательно, не отдавая себе ясного отчета в их составе. Для Гегеля не было сомнения в том, что «не надо пользоваться формами мышления, не подвергнув их исследованию», что «мы должны сделать предметом познания сами же формы мышления». Но такое исследование уже есть мышление, деятельность, протекающая в тех же самых формах, есть акт их применения. И если логику рассматривать как исследование (познание) форм мышления, то в таком исследовании, пишет Гегель, «должны соединиться друг с другом деятельность форм мышления и их критика. Формы мышления должны быть рассмотрены в себе и для себя, они представляют собой предмет и деятельность самого этого предмета. Они сами подвергают себя исследованию, сами должны определять свои границы и вскрывать свои недостатки. Тогда это будет та деятельность мышления, которую дальше мы рассмотрим особо как *диалектику*...» [288, с.131].

«Логика обязана показать, как развивается мышление, если оно научно, если оно отражает, т.е. воспроизводит в понятиях существующий вне и независимо от сознания и воли предмет, иными словами, духовно репродуцирует его, реконструирует его саморазвитие, воссоздает его в логике движения понятий, чтобы воссоздать потом и на деле – в эксперименте, в практике. Логика и есть теоретическое изображение такого мышления» [288, с.8].

Вполне понятно, что если познание — отражение человеком природы, а логика показывает, как развивается мышление, то логика есть теория познания.

Одной из задач диалектики как логики является исследование содержания категорий. В этом направлении советскими философами была проделана большая работа, обобщенная, в частности, в «Философской энциклопедии», где есть статьи, посвященные различным категориям.

Логику можно сопоставить с математикой. «Чистая математика имеет своим объектом пространственные формы и количественные отношения действительного мира» [14, с.37]. Математики получают эти формы абстрагированием, изучают их свойства, т.е. отношения этих форм, исследуют математические понятия — величины, переменной величины, функции и т. п. Опирируя, как известным, математическим аппаратом, физики используют результаты исследований математиков.

Логика исследует всеобщие категории и законы. «Количество», «качество», «движение» — все это категории диалектического материализма, которые имеют определенное объективное содержание. Их употребляют все физики — и те, кто не желают и слышать ни о какой философии. Соответственно, чтобы с помощью этих категорий выражать истину, чтобы исследование, в котором употребляются эти категории, было истинным, нужно употреблять эти категории в соответствии с их содержанием.

Например, кратко содержание категории движения выражено в таких слова Энгельса:

«Движение есть способ существования материи. Нигде и никогда не бывало и не может быть материи без движения. Движение в мировом пространстве, механическое движение менее значительных масс на отдельных небесных телах, колебания молекул в качестве теплоты или в качестве электрического или магнитного тока — вот те формы движения, в которых — в одной или нескольких сразу — находятся каждый отдельный атом вещества в мире в каждый данный момент. Всякий покой, всякое равновесие только относительны, они имеют смысл только по отношению к той или иной форме движения... Материя без движения так же немыслима, как движение без материи» [14, с.59].

Между тем, физики часто под движением подразумевают механическое движение, из-за чего возникает путаница.

Следует отметить, что в некоторых случаях советскими философами, на наш взгляд, были допущены ошибки в исследовании содержания категорий. Так, в СССР общепринятым стало определение пространства и времени как форм существования материи (см. например [593, с.298; 596, с.392-397; 601, с.58-59]). На наш взгляд, такое определение не выражает содержание этих категорий. Да, у Энгельса есть выражение пространство и время — «эти формы существ-

вованая материи»¹. Но Энгельс также написал «основные формы всякого бытия суть пространство и время» [14, с.51]. У Маркса есть выражение «Как количественное бытие движения есть время, так количественное бытие труда есть *рабочее время*» [4, с.16]. По мнению автора, пространство и время следует определять как **формы всякого бытия**, имея в виду то, что эти категории довольно абстрактны – столь же бедны содержанием, как и категория бытия. Свойства пространства исчерпываются протяженностью, числом измерений, кривизной. Даже такая абстрактная наука, как геометрия, занимается изучением не пространства, а геометрических свойств тел.

У Энгельса есть выражение «каждая конечная форма существования материи – безразлично, солнце или туманность, отдельное животное или животный вид, химическое соединение...» [10, с.362]. Соответственно, конечные формы существования материи, на наш взгляд – это тела: атомы, молекулы, планеты, звезды...

Если время – количественное бытие всякого движения, то, разумеется, совершенно бессмысленными являются рассуждения позитивистов о направлении времени (см. например [508]): направлением характеризуются процессы, а не время. Нелепой является затея с введением так называемых «стрел времени» (см. например [407, с.235-239]): время есть постольку, поскольку есть движение, а не потому, что «электромагнитная волна удаляется от места своего зарождения» [там же, с.236]; развитие растения из семени обусловлено тем, что внутренне присуще растению, а не распространяющейся за тысячи километров от растения электромагнитной волной².

В XX веке была сделана попытка пересмотреть содержание категории пространства. Академик С. И. Вавилов писал:

«В основу схемы Ньютона положено учение об абсолютном пространстве и времени. Для Ньютона пространство объективно существует как

¹ **Негели утверждал:** «Мы точно знаем, что означает один час, один метр, один килограмм, но мы не знаем, что такое время, пространство, сила и материя, движение и покой, причина и действие» (цит. по [10, с.550]). **Энгельс ему возразил:** «Мы знаем, что такое час, метр, но не знаем, что такое время и пространство! Как будто время есть что-то иное, нежели совокупность часов, а пространство что-то иное, нежели совокупность кубических метров! Разумеется, обе эти формы существования материи без материи суть ничто, пустые представления, абстракции, существующие только в нашей голове» [там же].

² Таковую же точку зрения высказывали Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков: «...принципиально неправильны попытки связать время только с теми или иными конкретными и сложными явлениями. Различие между прошлым и будущим существует в любом процессе, в том числе и в системе, состоящей из двух частиц. Физика локальна, и явления, происходящие с парой частиц, не должны зависеть от роста энтропии в какой-то другой, не взаимодействующей с частицами сложной системе или от удаления галактик» [258, с.712].

пустое вместилище мира, как сцена, на которой разыгрываются мировые процессы. Никакими иными свойствами, кроме геометрических, в «официальной» схеме Ньютона пространство не обладает. Оно может быть наполнено материей или свободно от нее. Абсолютное время, по Ньютону, также существует независимо как своего рода «чистое движение». Такая схема, разумеется, неприемлема для диалектического материализма и с ним несовместима...

В учении Эйнштейна пространство и время – неотделимое свойство самой материи: оно зависит от материи, меняется с материей и без материи не существует. Пространства вне материи, без материальных силовых полей мы не знаем. Такова основная мысль общей теории относительности Эйнштейна, получившая и конкретные физические формы. В этом учении отброшена идеалистическая концепция пространства-времени как категорий мышления и сдана в архив истории ньютоновская схема метафизического объективного пространства без физических свойств» [152, с.30-31].

Зная категории и понимая, как образуются абстракции, легко обнаружить ошибки в рассуждениях С. И. Вавилова, а зная историю физики, указать на причины этих «ошибок».

Прежде всего обращаем внимание на то, что единственным аргументом в пользу несовместимости «схемы Ньютона» с диалектическим материализмом является слово «разумеется».

Теперь процитируем фрагмент из «Нишеты философии» Карла Маркса, в котором описано образование абстракции пространства:

«надо ли удивляться тому, что устраняя мало-помалу все, составляющее индивидуальную особенность данного дома, отвлекаясь от материалов, из которых он построен, от формы, которая составляет его отличительную черту, мы получим в конце концов лишь тело вообще; что, отвлекаясь от границ этого тела, мы получаем в результате лишь пространство, что, отвлекаясь от измерений этого пространства, мы приходим, наконец, к тому, что имеем дело с количеством в чистом виде, с логической категорией количества?» [3, с.130].

Мы видим, что категория (понятие) пространства образуется путем абстракции, исходя из довольно бедной содержанием категории тела вообще путем отвлечения от границ этого тела. Разумеется, такая абстракция не обладает никакими иными свойствами, кроме числа измерений, протяженности, кривизны. Соответственно, если пространство не обладает физическими свойствами (массой, цветом, электрическим зарядом ¹), то ничего не поделаешь – такая это абстракция. Геометрическая линия не имеет ширины. Но это не есть недостаток этой абстракции. То обстоятельство, что «для Ньютона пространство объективно существует как пустое вместилище мира» опять-таки, не может считаться недостатком воззрений Ньютона. Ра-

¹ «...скорость не имеет удельного веса» [10, с.476].

зумеется, поскольку пространство — абстракция, то оно, как всякая абстракция, предполагает то конкретное, от которого образуется абстрактное. Соответственно, то утверждение, что «пространства без материи не существует», справедливо и для пространства в концепции Ньютона. А то обстоятельство, что пространство абсолютно, означает всего лишь то, что движение отдельного тела по Ньютону следует относить к такой системе тел, которая считается неподвижной: когда тело получает толчок, то считается, что движется тело относительно неподвижного пространства, а не пространство относительно тела.

Но откуда такое стремление опорочить Ньютоновское понимание пространства? Насколько автор может судить, дело в том, что, согласно Ньютону, в абсолютном пространстве движется материя, которую можно представить как систему тел (материальных точек), обладающих массой. В свое время Э. Мах объявил материю пустой категорией. Эйнштейн, руководствуясь этим положением Маха, попытался построить физическую теорию, в которой явления объясняются без использования категории материальной точки как чего-то отличающегося от пространства и времени. Ему как будто удалось представить гравитационное поле как кривизну пространства-времени. А дальше дело стало.

И понятно почему. С точки зрения Логики, Эйнштейн попытался вывести категории материальных тел, исходя из категорий пространства и времени¹ — форм бытия, категорий более бедных содержанием, чем категория материи или физического тела. Но категории пространства и времени имеют объективное содержание, не зависящее от воли теоретика. Поэтому Эйнштейн по сути взялся за задачу, подобную задаче объяснения различия цветов на основе аксиом геометрии².

¹ «Пространство и время — понятия первичные» [602, с.17] — таким ошибочным утверждением начинается первый параграф монографии В.А.Фока «Теория пространства, времени и тяготения». Для диалектических материалистов понятно, что первичными, а точнее, исходными в теоретическом естествознании должны быть конкретные понятия, что выражено, например в таком высказывании Энгельса: «Предмет естествознания — движущаяся материя, телá» [51, с.67].

² «Причина неудачи в создании единой теории поля лежит, по-видимому, во многих факторах. К ним относиться прежде всего необычайная математическая сложность проблемы. Но немалую роль сыграла также и неправильная методологическая формулировка проблемы — свести различные частицы и поля к свойствам пространства и времени. Соотношение материи и пространства — времени здесь перевертывалось на голову. Вместо того, чтобы считать пространство и время формами бытия материи, то есть производными по отношению к материи, сама материя геометризировалась, понималась как нечто производное по отношению к пространству и времени. Пространственно-временной континуум возводился в ранг самостоятельной физической сущности, своего рода субстанции, тогда как в действительности единственной субстанцией является только материя» [411, с.110-111].

Разумеется, результаты исследования содержания категорий не являются какими-то «окончательными».

«Поскольку категории диалектики являются обобщением предшествующего опыта познания и преобразования мира, т. е. связаны с определенным уровнем человеческого знания, а не априорны, новые результаты познания могут не укладываться в содержание философских категорий. Категории материалистической диалектики не пусты, а содержательны, в них обобщен, синтезирован предшествующий опыт познания мира...

Раз философия – наука, а не предмет веры, то, очевидно, развитие ее категорий подчиняется общим диалектическим законам, которые она сама устанавливает для развития научных понятий, включая в себя как изменение и уточнение содержания прежних понятий, так и возникновение новых и отмирание старых» [340, с.340-341].

Однако, на наш взгляд, к развитию категорий нужно относиться крайне осмотрительно. Категории существуют сотни и тысячи лет, используются во многих науках, и революционные открытия в какой-то одной науке не могут повлечь немедленного изменения содержания категорий.

На наш взгляд, этого вполне очевидного положения не понимали те советские философы, которые под влиянием релятивистской космологии поторопились пересматривать категории бесконечного (см. главу шестую), в результате чего, согласно их новому «пониманию», бесконечной можно назвать окружность – как линию, не имеющую концов.

Еще о развитии категорий. В XIX веке общепринятым было отождествление материи с веществом. Атрибутами материи считались масса, непроницаемость. «Масса есть мера количества материи» – повторяли физики вслед за Ньютоном. В легендах и фантастических произведениях бестелесные (нематериальные) духи не отбрасывали тени, были невесомы.

Но вот в конце XIX века на основе экспериментальных данных был сделан вывод о том, что масса тела (точнее, электрона) зависит от скорости. По этому поводу А. Пуанкаре написал: «Существенным свойством материи является ее масса, ее инерция... Следовательно, если обнаруживается, что масса, инерция материи действительно не свойственна.., что эта масса, константа по определению, все же подвержена изменению, то можно сказать, что материи не существует» [500, с.149].

Другой вывод сделал В. И. Ленин. Он указал, что масса не является атрибутом материи, что «единственное «свойство» материи (когда речь идет о ее конечных формах, – В.И.), с признанием которого связан философский материализм, есть свойство *быть объективной реальностью*, существовать вне нашего сознания» [57, с.275], что «ис-

чезновение» массы, непроницаемости и др. не может означать исчезновения материи.

История показала, кто оказался прав: попытки отказаться в физике от понятия материи (объективной реальности) заводят ее в тупик.

Наука как прикладная логика

В «Философских тетрадах» В. И. Ленина есть выписка из «Науки логики» Гегеля: «...каждая наука есть прикладная логика, поскольку она состоит в том, чтобы выражать свой предмет в формах мысли и понятия», а рядом приписка В. И. Ленина: «Всякая наука есть прикладная логика» [60, с.183].

Идея Гегеля, ясно сформулированная Лениным, имела крайне важное значение в проводимых автором исследованиях. Она не является общепризнанной и не так проста, как казалось советским философам.

Понимание науки как прикладной логики решительно отрицает позитивистское «Наука сама себе философия». Предпосылкой этой идеи является идея о существовании всеобщей логики.

Наука может выражать свой предмет в логических формах, но не быть прикладной логикой — если ее понятия являются рассудочными, по сути, донаучными. Прикладной логикой наука является только в том случае, если она выражает свой предмет в логических формах, разработанных, исследованных в Логике — в категориях.

Например, прикладной Логикой является Марксов «Капитал».

«В «Капитале» **применена** (выделено мной, — В.И.) к одной науке логика, диалектика и теория познания (не надо 3-х слов: это одно и то же) материализма, взявшего все ценное у Гегеля и двинувшего сие ценное вперед» [60, с.301].

Всякая наука является прикладной логикой уже постольку, поскольку использует категории, подобно тому, как всякая математизированная теория (наука) является прикладной математикой (разделом прикладной математики), поскольку использует математические понятия.

«Философия (диалектический материализм, — В.И.) дает современной физике научное понятие о материи, движении, пространстве, времени и т. д.» [339, с.70], подобно тому, как математика дает физике такие понятия, как, например, функция, производная, дифференциал.

По-видимому, многовековое использование математики в физике приучило физиков с уважением и доверием относиться к результатам исследований математиков. А вот в отношении результатов исследований философов более столетия наблюдается какое-то ир-

рациональное стремление не считаться с выводами философов, в частности, такими, как о бесконечности Вселенной, неуничтожимости движения.

Ни один физик не требовал от математиков отказаться от абстракции линии на том основании, что реальные тела имеют конечные размеры. Наоборот, чтобы использовать результаты математики для описания движения макротел, физики ввели понятие материальной точки.

Ни один физик никогда не отрицал достоверность положений математики на основе эмпирических данных. Только в анекдоте, да и там «в условиях военного времени» синус угла может превышать единицу. А вот заявления об исчезновении материи, несохранении движения, отсутствии пространственных отношений в микромире в XX веке физики высказывали неоднократно.

Если физики для количественного описания явлений используют те математические формы, которые исследованы математиками (например, различные функции), то вместо использования готовых, исследованных на протяжении многих веков категорий физики часто применяют «свои», «суррогатные»: «вселенная» — вместо «материя», «энергия» — вместо «движение», «интеллект» — вместо «сознание» и т. п.

Такая «самодеятельность» приводит к тому, что содержание физики затемняется. Эти новые категории не имеют такой истории, не исследованы в такой мере и менее истинны, чем категории диалектики, и, в отличие от последних, с равным успехом могут служить для выражения как истины, так и заблуждения. (Можно часто слышать о большом взрыве Вселенной, но никто не скажет о большом взрыве материи; пишут о деградации энергии, но не о деградации движения.)

Ф.Энгельс писал: «Какую бы позу ни принимали естествоиспытатели, над ними властвует философия» [10, с.525]. И действительно властвует, но не в том отношении, что естествоиспытатели должны согласовывать свои выводы с философией. В отношении выводов естествоиспытатели довольно свободны по отношению к философии, в XX веке физики неоднократно выступали против тех положений, которые в XIX в. рассматривались как основа материалистического мировоззрения — закона сохранения энергии, бесконечности и вечности мира.

Философия властвует над естествоиспытателями постольку, поскольку им приходится мыслить. «Для мышления же необходимы логические категории» ¹ [10, с.525]. Если естествоиспытатели эти катего-

¹ «Мы не можем *мыслить* ни одного предмета иначе как с помощью категорий...» (Кант) [288, с.67].

«У человека для понимания нет иных категорий, кроме категорий разума; частные науки, враждуя против логики, дерутся ее орудиями, даже переносят

рии «некритически заимствуют либо из обыденного общего сознания так называемых образованных людей, ... либо из крох прослушанных в обязательном порядке университетских курсов по философии..., либо из некритического и несистематического чтения всякого рода философских произведений, то в итоге они все-таки оказываются в подчинении у философии, но, к сожалению, по большей части самой скверной...» [10, с.524-525].

Соответственно, «вопрос лишь в том, желают ли они, чтобы над ними властвовала какая-нибудь скверная модная философия, или же они желают руководствоваться такой формой теоретического мышления, которая основывается на знакомстве с историей мышления и ее достижениями» [там же, с.525].

Сегодня можно сказать: желают ли естествоиспытатели пользоваться модными категориями «система С», «фиденциал», «дополнительности», «бифуркации», относительно которых даже их авторы не могут дать внятное разъяснение, или категориями диалектического материализма «материя», «сознание», «противоречие», «развитие», которые являются итогом развития философии, а также естество- и обществознания на протяжении 25 веков, исследовались великими мыслителями и имеют совершенно определенное и ясное содержание.

Позитивистское «всякая наука сама себе философия» является явным отрицанием положения «Всякая наука есть прикладная логика». А неявным отрицанием были протесты советских физиков против «вмешательства» философии, например, в вопрос о бесконечности или вечности вселенной, или попытки ввести два понятия материи — физическое и философское (см. например [553]).

Выступая за «невмешательство» философии в обсуждение вопросов о бесконечности мира, причинности в квантовой механике, многие физики в СССР, по сути, вели борьбу против признания физики прикладной Логикой.

Не понимая, что всякая наука есть прикладная логика, что употреблять категории нужно в соответствии с их содержанием, для чего нужно изучать материалистическую диалектику, в рамках которой в XX веке проводились исследования категорий, физики не умеют правильно использовать категории, из-за чего часто попадают в затруднительное положение. В первой главе была продемонстрирована путаница в определении энергии, которое дано в «Физическом энциклопедическом словаре». Сейчас покажем, что одна из причин

ошибки формальной логики к себе!» (А. И. Герцен) [202, с. 237]. «Так, отвле-
ченные силы, причины, поляризация, оттолкновение и притяжение, — всё это
в физику перешло из логики, из математики, и, разумеется, взятое без крити-
ки, без связи, утратило настоящий смысл свой» [там же].

путаницы заключается в том, что физики не умеют правильно употреблять категории.

В «Фейнмановских лекциях по физике» в параграфе «Что такое энергия?», известный физик, лауреат Нобелевской премии Р. Фейман писал:

«Существует факт, или, если угодно, *закон*, управляющий всеми явлениями природы, всем, что было известно до сих пор. Исключений из этого закона не существует; насколько мы знаем, он абсолютно точен. Название его – *сохранение энергии*. Он утверждает, что существует определенная величина, называемая энергией, которая не меняется ни при каких превращениях, происходящих в природе. Само это утверждение весьма и весьма отвлеченно; это по существу математический принцип, утверждающий, что существует некоторая численная величина, которая не изменяется ни при каких обстоятельствах» [584, с.71].

Для разъяснения смысла этого утверждения Фейман прибегает к аналогии. Он рассказывает о мальчике, у которого есть 28 кубиков. Мама утром оставляет его наедине с этими кубиками, а вечером подсчитывает, и каждый раз убеждается, что число кубиков остается постоянным. Когда кубиков оказалось 26, два недостающие обнаружены за окном в траве, когда 30 – выяснилось, что соседский мальчик оставил два своих. В следующий раз, когда кубиков найдено 25, оказалось, что вес закрытого ящика увеличился на вес трех кубиков, из чего мама заключила, что три кубика находятся в ящике...

«Мир представлений мамы постепенно расширяется, она находит весь ряд членов, позволяющих рассчитывать, сколько кубиков находится там, куда она заглянуть не может. В итоге она открывает сложную формулу для количества, которое *должно быть рассчитано* и которое всегда остается тем же самым, что бы ее дитя ни натворило» [584, с.72-73].

Переходя к закону сохранения энергии, Р. Фейман заключает:

«Важно понимать, что физике сегодняшнего дня неизвестно, *что такое* энергия. Мы не считаем, что энергия передается в виде маленьких пилюль. Ничего подобного. Просто имеются формулы для расчета определенных численных величин, сложив которые, мы получаем число 28 – всегда одно и то же число. Это нечто отвлеченное, ничего не говорящее нам ни о механизме, ни о *причинах* появления в формуле различных членов» [584, с.73].

Прокомментируем рассуждения Р. Феймана.

Закон сохранения энергии «утверждает, что существует определенная величина, называемая энергией, которая не меняется ни при каких превращениях, происходящих в природе» [584, с.71]. Можно сказать, что эта величина играет такую же роль в различных превращениях в природе, как отвлеченное число 28 в приключениях 28 кубиков.

Следовательно, энергия — это такая мера движения (такого рода количества движения), которая остается неизменной при любых качественных превращениях форм движения, происходящих в природе ¹.

Поскольку Фейнман не владел категориями движения, количества, качества, то вместо точного короткого определения энергии он вынужден прибегать к метафорам.

Обращаем внимание на то, что физики дают правильные определения понятиям энергии тела, внутренней энергии, кинетической энергии и т.п., но начинают «размахивать руками», когда нужно говорить об энергии вообще.

Для тех, кто знает материалистическую диалектику, понятно, почему так происходит. Если известно общее понятие энергии, то легко определить частные понятия — кинетическая энергия, внутренняя и т.п. А вот понятие энергии (как и понятия движения или работы), которое относится к наиболее общим понятиям физики — категориям физики, можно точно определить, используя понятия более общие, чем категории физики, а именно — философские категории, категории материалистической диалектики. Философски необразованные физики знают, что такое энергия, могут разъяснить содержание этого понятия, но не могут сформулировать правильное определение энергии ².

Правильно употребляя категории, об энергии хорошо написал А. И. Вейник в первом издании «Термодинамики»:

«Всем телам природы присущи определенные формы движения материи. Различают термическую, механическую, электрическую, магнитную, химическую, биологическую и многие другие формы движения материи...

Количественной мерой выражения различных форм движения материи является энергия. Это понятие в равной мере применимо для количественной оценки любой формы движения.

...Неправильно говорить: «тепловая энергия», «электрическая энергия», «механическая энергия» и т.п., так как в действительности есть только одна энергия, являющаяся количественной мерой выражения всех различных форм движения материи.

¹ «Мірою руху, що зберігається при переході його з однієї форми в якісно іншу, є величина енергії» [249, с.87]. (Мерой движения, которая сохраняется при переходе его из одной формы в другую, есть величина энергии — укр.)

² И других общих понятий физики. В сборнике определений, изданном Комитетом научно-технической терминологии АН СССР в 1984 г., читаем:

«Работа. Энергия, передаваемая одним телом другому, не связанная с переносом теплоты и (или) вещества...

Теплота. Энергия, передаваемая более нагретым телом менее нагретому, не связанная с переносом вещества и совершением работы» [560, с.8].

Иначе говоря: работа — это не теплота, а теплота — это не работа.

Равным образом следует говорить не о превращении энергии, а о превращении форм движения материи. При взаимных преобразованиях форм движения материи постоянной остается энергия. Отсюда ясно, что соответствующий закон правильно называть не законом сохранения и превращения энергии, а *законом сохранения энергии при взаимных превращениях форм движения материи* (коротко – *закон сохранения энергии*)» [165, с.10-11].

Использование категорий позволяет не только точно выражать мысли, но и четко формулировать проблемы. Дж. К. Максвелл писал в последнем пункте своего «Трактата об электричестве и магнетизме»:

«Мы видели, что математические выражения для электродинамического действия привели Гаусса к убеждению, что теория распространения электрического действия во времени могла бы оказаться краеугольным камнем электродинамики. В настоящее время **мы не можем понять распространение во времени иначе, чем либо как полет материальной субстанции через пространство, либо как распространение состояния движения или напряжения в среде, уже существующей в пространстве**. В теории Неймана принимается, что математическое понятие, названное потенциалом, который мы не можем рассматривать как материальную субстанцию, переносится от одной частицы к другой способом, совершенно независимым от среды, который, как указывал сам Нейман, сильно отличается от способа распространения света. В теориях Римана и Бетти, видимо, предполагается, что действие распространяется способом, несколько более похожим на распространение света.

Но во всех этих теориях естественно возникает вопрос: если нечто передается от одной частицы к другой на расстоянии, то каково его состояние после того, как оно покинуло одну частицу, но еще не достигло другой? Действительно, **как бы энергия ни передавалась от одного тела к другому во времени, должна существовать среда или вещество, в котором находится энергия, после того, как она покинула одно тело, но еще не достигла еще другого...** Следовательно все эти теории ведут к понятию среды, в которой имеет место распространение, и если мы примем эту среду как гипотезу, я думаю, она должна занять выдающееся место в наших исследованиях и следует попытаться построить мысленное представление ее действия во всех подробностях; это и являлось моей постоянной целью в настоящем трактате» (выделено мной – В.И.) [400, с.380].

Наука после Максвелла более сотни лет выясняла, что такое свет (электромагнитное излучение): полет материальной субстанции через пространство или распространение состояния движения или напряжения в среде, уже существующей в пространстве. Вот что значит правильно сформулировать проблему!

Следует заметить, что в результате господства позитивизма, вопросы такого рода, как задавал Максвелл в цитированном выше

фрагменте, были объявлены такими же бессмысленными, как вопрос о цвете меридиана¹.

Следствием этого стало появление и нарастание нелогичности теоретической физики, появление в ней непреодолимых пропастей между ее различными разделами. Ведь если отказаться от категорий – всеобщих понятий, то пропадает основа для сравнения понятий различных разделов естествознания.

В ходе развития науки изменяется содержание ее основных понятий. Использование категорий в физике позволяет точно фиксировать это изменение содержания понятий, а также точно формулировать проблемы.

Известно, что одно время господствовала теория теплорода, который рассматривался как невесомая неуничтожимая жидкость. Иначе говоря, теплота понималась как субстанция. В начале 40-х годов XIX века физики пришли к выводу, что теплота может превращаться в механическое движение (как тогда говорили – в движение). И теплоту определили как форму (род) движения. Определив теплоту как форму движения, стали задаваться вопросами, какого именно рода это движение (что и как движется). Итогом стало создание кинетической теории материи, или, в современной терминологии – молекулярно-кинетической теории и статистической физики.

В XX веке среди создателей новой физики стали господствовать позитивистские воззрения. Позитивизм решительно выступает против признания науки прикладной логикой, объявляет категории бессодержательными, не желает считаться с результатами развития философии.

Правильное использование философских категорий и понимание науки как прикладной логики позволяет теоретику взглянуть на свое мышление со стороны, с более общих позиций, дать объективную оценку своим действиям по развитию теории. Для примера рассмотрим деятельность физиков по созданию единой теории поля.

Когда физики принимали существование эфира, различные поля, существующие в «пустом» пространстве – электрическое, магнитное, гравитационное – рассматривались как формы (механического) движения эфира. Соответственно, возникал вопрос, чем отличаются эти формы движения. Исходя из существования единой субстанции,

¹ Академик В. Ф. Миткевич задавал вопрос: «могут ли два магнита – А и В – взаимодействовать так, чтобы при этом в слое, окружающем магнит А, не происходило какого-то бы ни было физического процесса?» (см. например [423, с.155]). Иначе говоря, может ли быть движение без материи? Этот вопрос И. Е. Тамм сравнил с вопросом о цвете меридиана [423, с.160]. Таким сравнением И. Е. Тамм, по сути, публично признал, что является физиком-идеалистом. Ведь В. И. Ленин писал: «Вопрос о том, *что* движется, идеалист отвергнет и сочтет нелепым...» [57, с. 282].

можно было искать ответ на этот вопрос. Искать связь между различными свойствами этих полей.

Отказ от эфира означал, что поля — это не формы движения единой субстанции, а отдельные субстанции. А субстанция есть то, что определяется через себя, а не через другое. Разумеется, поиски связи между свойствами полей превратились в своего рода гадание: если нет связи между явлениями в действительности, нет объективной основы для связи между свойствами.

В кинетической теории материи различные явления — тепловые, оптические, химические объясняются различными механическими движениями (внешними и внутренними) молекул. Поскольку, согласно этой теории, все эти явления связаны с механическими движениями одних и тех же молекул, а то и одними и теми же движениями, есть объективная основа поиска связи свойств. И действительно на основе этой теории успешно находили и находят связь между различными свойствами газов — теплоемкостью, коэффициентами теплопроводности, оптическими и др. (см. например [322, 530, 655]).

А объяснение связи различных свойств газов при отказе от представлений о существовании движущихся молекул — такая же неразрешимая задача, какой в XX веке стало создание единой теории поля после отказа от единого носителя различных полей — эфира.

Разумеется, из понимания науки как прикладной логики не следует, что логика предписывает наукам какой-то шаблон, по которому следует «кроить» теории.

Понимая, что всякая наука есть прикладная логика, автор в своих исследованиях исходил из того, что содержание категорий, когда они употребляются в различных науках, должно соответствовать тому, которое выяснено в философии. В частности, в исследованиях в области термодинамики исходил из того, что теплота — форма движения, следовательно, должна соответствовать своему понятию (содержание которого раскрыл Энгельс) и не может иметь никаких особенностей в отношении превращаемости в другие формы движения по сравнению с другими формами движения.

Принцип развития в теории познания

По-видимому, все физики, химики, биологи знают, что наука развивается, однако, не владея категориями, не всегда понимают, что это значит. А это значит, что наука не просто изменяется, «в силу изменения взгляда на мир», благодаря тому, что время от времени рождаются гении, которые видят все по-другому и производят революции в науке, а **развивается по определенным законам.**

«С «принципом развития» в XX веке (да и в конце XIX века) «согласны все». — Да, но это поверхностное, непродуманное, случайное, фили-

стерское «согласие» есть *того рода* согласие, которым душат и опошляют истину. — Если все развивается, значит все переходит из одного в другое, ибо развитие заведомо не есть простой, всеобщий и вечный *рост, увеличение* (respective уменьшение) etc. — Раз так, то во-1-х, надо *точнее* понять эволюцию как возникновение и уничтожение всего, взаимопереходы. — А во-2-х, если *все* развивается, то относится ли сие к самым общим *понятиям* и *категориям* мышления? Если нет, значит, мышление не связано с бытием. Если да, значит, есть диалектика понятий и диалектика познания, имеющая объективное значение» [60, с.229].

Это было осознано не так давно и, соответственно, не стало достоянием обыденного сознания философски необразованных физиков-теоретиков.

«Гегель, как известно, был первым, кто понял процесс развития знания как исторический процесс, подчиненный не зависящим от воли и сознания людей законам...» [284, с.128].

Разумеется, развитие знания отличается от развития, скажем, живого организма, тем, что развитие организма происходит бессознательно (без участия мышления), а теорию развивают люди. Общим же для развития материальных систем и идеальных — теорий, наук — является то, что развитие одних и других подчиняется одним и тем же всеобщим законам диалектики и никогда не останавливается.

Поэтому, занимаясь теоретическими исследованиями, нужно иметь в виду, что теория, даже называемая классической, даже существующая полтора века, могла измениться, скажем, за последние два десятилетия. Поэтому, чтобы объективно оценить современное состояние какой-либо науки, нужно проработать не лучший на сегодня или на все времена Курс, излагающий эту науку, а несколько курсов, изданных в различные годы. Это **первое**.

Второе. Энгельс писал:

«Теоретическое мышление каждой эпохи, а значит и нашей эпохи, это — исторический продукт, принимающий в различные времена очень различные формы и вместе с тем очень различное содержание. Следовательно, наука о мышлении, как и всякая другая наука, есть историческая наука, наука об историческом развитии человеческого мышления» [10, с.366-367].

Обратим внимание на слова «всякая другая наука», т. к. здесь высказан важнейший принцип диалектико-материалистического естествознания: во всякой науке необходимо не только ее предмет рассматривать исторически, в развитии, но и самую науку представить как развивающуюся, как историю познания ее предмета. Этот принцип до сих пор не нашел воплощения в естествознании: в курсах физики и химии историю если и излагают, то очень коротко и в отрыве от основного материала, а основной материал преподносят как набор окончательных истин. Соответственно, в таких курсах отражается

только современное состояние науки, а наука представлена как развивающаяся.

В «Анти-Дюринге» Энгельс писал:

«Современный социализм по своему содержанию является, прежде всего, результатом наблюдения, с одной стороны, господствующих в современном обществе классовых противоположностей между имущими и неимущими, наемными рабочими и буржуа, а с другой — царящей в производстве анархии. Но по своей теоретической форме он выступает сначала только как дальнейшее и как бы более последовательное развитие принципов, выдвинутых великими французскими просветителями XVIII века. Как всякая новая теория, социализм должен был исходить прежде всего из накопленного до него идейного материала...» [14, с.16].

Здесь высказан еще один важный принцип диалектико-материалистической теории познания: всякая теория заимствует свое содержание из опыта, наблюдения, практики, но по теоретической форме выступает как развитие известных теорий, должна исходить из накопленного до нее идейного материала. Отсюда вытекает **третье**: новую теорию нужно не выдумывать, не отгадывать, а получать путем **развития** существующей.

Соответственно, всякий, кто сегодня предлагает новую теорию в какой-либо науке, должен не только показать, что она не противоречит опытным данным, но и продемонстрировать, что ее появление не результат какой-то игры ума, а очередной шаг в развитии науки, обусловленный ее прошлым развитием.

Разумеется, невозможно запретить энтузиасту создавать теорию непосредственно на основе фактов (как это делали древние греки), игнорируя предшествующее развитие науки. Однако вероятность того, что созданная таким образом теория окажется истинной, крайне низка. Более того, когда основания теории изобретаются искусственно, нельзя исключать того, что они повторяют уже известное новыми словами. Чтобы этого не случилось, нужно исходить не только из фактов, но и из существующих теорий, и подвергать их переработке.

Получать новую теорию путем развития старой перспективно еще и потому, что существует диалектика относительной и абсолютной истины. Несмотря на все исторические зигзаги, человеческое познание развивается ко все более глубокой истине, к абсолютной истине. Соответственно, теоретические исследования могут вести к истине, если проводятся в том направлении, которое объективно вытекает из прошлого развития теории.

Далее, относительно простейших положений можно сказать, что они являются истинными или ложными. Когда же имеешь дело со сложным логическим построением, в нем может быть как истинная, так и ложная сторона. Истинная теория может иметь ложную сторо-

ну. Теория, отброшенная как ложная, может иметь истинную сторону. Развивать теорию — значит выявлять ее ложную сторону, делать ее содержание более истинным. Точно так же нельзя просто отбросить старые понятия как ложные и ввести новые. Их тоже нужно подвергать критическому рассмотрению, перерабатывать.

Занимаясь исследованиями в области термодинамики и космологии, автор также понимал, что эти науки начались не вчера, существуют не одно десятилетие, развивались и развиваются многими теоретиками. Соответственно, не питал наивно-революционных иллюзий относительно своих возможностей и задач в науке. Иначе говоря, автор вовсе не считал, что благодаря его исследованиям в науке произойдет полный переворот и откроется окончательная истина.

Автор видел свою задачу иначе: проанализировать современное состояние проблемы, определить направление, в котором нужно двигаться, и, по возможности, сделать шаг в этом направлении.

Принцип развития имел для исследований автора еще и то значение, что автор понимал, что от теории, которая только создается, нельзя требовать всего того, что дает теория, которая развивалась не одно десятилетие. Когда теория только создается, она, подобно всему тому, что находится на начальных стадиях своего развития, обладает далеко не всеми чертами, которые может иметь в развитом состоянии, и, соответственно, при сопоставлении с развитыми теориями может проигрывать. Но это не означает, что в развитом состоянии она не сможет существенно превзойти общепринятые сегодня теории.

Еще одно замечание о значении принципа развития для исследований автора. В свое время он посчитал перспективными исследования, развивающие идеи А. И. Вейника, во-первых, потому, что его термодинамика была не чем-то сверхоригинальным, как кое-кому казалось и кажется, а по сути продолжала в этой науке исследования Н. Н. Шиллера, Т. А. Афанасьевой-Эренфест, А. А. Гухмана (подробнее см. гл. 7), а во-вторых, была формой, которую можно было развивать — в противоположность застывшей традиционной системе классической термодинамики.

Подобным образом, после ознакомления с «Эфиродинамикой» [90, 91] В. А. Ацюковского автор пришел к выводу, что тот, кто желает сегодня развивать теоретическую физику, не должен игнорировать эту книгу. В ней, с одной стороны, подытожено развитие механической физики — единственной сегодня альтернативы физики, построенной на позитивистских и идеалистических представлениях. С другой стороны, в ней проделана большая работа по развитию механической физики. Те или иные воззрения В. А. Ацюковского можно и нужно критиковать (ведь невозможно развитие теории без критики), с его теорией можно не соглашаться, но ее нельзя игнорировать — чтобы потом самому не повторять того, что сделано В. А. Ацюковским.

О роли практики в познании

Хотя все физики слышали положение: «Практика – критерий истины», однако, скорее всего, немногие его понимали правильно – так, как надлежит понимать в XX веке.

«Главный недостаток всего предшествующего материализма, включая и фейербаховский – заключается в том, что предмет, действительность, чувственность берется только в форме *объекта*, или в форме *созерцания*, а не как *человеческая чувственная деятельность, практика*, не субъективно...

... Спор о действительности или недействительности мышления, изолирующегося от практики, есть чисто схоластический вопрос.

... Философы лишь различным образом *объясняли* мир, но дело заключается в том, чтобы изменить его» [1, с.266].

«От субъективной идеи человек идет к объективной истине через «практику» (и технику)» [60, с.183].

Физик, не знавший материалистической диалектики, написал: «Наблюдение – теория – эксперимент – и снова все сначала – такова бесконечная уходящая ввысь спираль, по которой движутся люди в поисках истины» [416, с.6]. Описание ошибочное. В нем пропущена практика. Эксперимент – это не практика, являющаяся критерием истины; эксперимент не может доказать истинность теории.

Правильное понимание положения о практике как критерии истины позволяет утверждать: второй закон Ньютона является истинным не потому, что кто-то когда-то провел ряд экспериментов, на основании которых заключил, что этот закон соответствует измерениям, а потому что этот закон сегодня идеально ¹ присутствует в человеческой практике: тысячи инженеров на земном шаре ежесекундно совершают расчеты, на основе которых проектируются и создаются машины; работают автоматические устройства, принцип действия которых построен с использованием этого закона.

Если теория только объясняет явления, этого недостаточно, чтобы признать ее истинной. Энгельс писал:

«Солнечная система Коперника в течение трехсот лет оставалась гипотезой, в высшей степени вероятной, но все-таки гипотезой. Когда же Леверье, на основании данных этой системы не только доказал, что должна существовать еще одна, неизвестная до тех пор, планета, но и определил посредством вычисления место, занимаемое ею в небесном пространстве, и когда после этого Галле действительно нашел эту планету (Нептун, – В.И.), система Коперника была доказана» [18, с.284]. Заметим, что до открытия Нептуна Энгельс писал, что «Коперникова система мира также остается донныне не более чем гипотезой» [14, с.57].

¹ Об идеальном см. статью Э. В. Ильенкова [285].

При правильном понимании практики как критерия истины множество современных теорий следует считать не более чем гипотезами.

До 1985 г. общая теории относительности (ОТО), которая, как считается, пришла на смену ньютоновской теории тяготения, не имела применения в практике – высокоточные расчеты в небесной механике производились на основе ньютоновской теории тяготения (см. гл.6). Соответственно, до 1985 г. ОТО нужно было считать не теорией, а гипотезой, а измерения (с невысокой точностью (см. например [425, 579, 580]) «трех классических релятивистских эффектов» – предварительными данными в ее пользу.

Кроме того, поскольку та или иная теория включает множество положений, то чтобы обоснованно говорить о ее истинности, необходимо выяснить как можно более точно, какие именно положения и в какой мере положены в основу той или иной практики, какие именно законы воплощены (овеществлены) в той или иной машине.

Роль практики заключается не только в проверке истинности теории. Только на основе соответствующей практики возможно понимание тех или иных наук (истин). Об этом подробно писал В. А. Босенко.

«На исторически ограниченном уровне предметно-практической деятельности, имеющей в основании производства не более чем механическую форму движения (например, добывание огня трением), невозможно получить понятие движения на уровне всеобщности. Можно получить, подчеркивает Ф.Энгельс, не более чем суждение наличного бытия (типа: «трение есть источник теплоты»). Для того чтобы получить «суждение понятия, и притом аподиктическое» (наивысшую всеобщую форму суждения)..., – необходимы совсем иные производительные силы и не те общественные отношения» [135, с.75; 136, с.361]

Из этого автор настоящей монографии, в частности, заключал: во второй половине XX века, когда создано и работает множество разнообразных преобразователей энергии, когда существуют разнообразные химические производства, можно иметь понимание закономерностей преобразования энергии и вещества намного более глубокие, чем у основателей термодинамики, живших в эпоху, когда основными двигателями (если не считать животных и человека) были паровые машины и водяные двигатели, а химическая промышленность только зарождалась. Соответственно, во второй половине XX века не только можно, но и необходимо пересмотреть закономерности преобразования энергии и вещества, установленные в середине XIX века.

Идея большой важности высказана В. А. Босенко в следующем фрагменте.

«Чтобы получить общее, закономерность в чистом виде, не заслоненном частностями, т.е. на таком уровне, когда общий закон конкретнее, чем отдельно взятый переход от одной формы движения к другой, нужно

довести этот процесс превращения исследуемых форм движения до общественной формы, до практики, производства. А уже сделанное человеком, воспроизведенное в человеческой деятельности общественное движение той же формы высвечивает общее и «включается» в мысленную форму... Выходит, что для получения конкретной закономерности следует не просто наблюдать или проанализировать стихийно природное явление само по себе, а осуществить его *воспроизведение* в процессе человеческой деятельности. Например, чтобы получить закономерность превращения одной формы движения в другую (теплоты в механическое движение), нужно проанализировать такой переход в процессе действия паровой машины. Важно не то, что мы видим при превращении различных форм движения друг в друга их связь и обусловленность, а то, что мы практически «в состоянии вызвать определенное движение»...¹, — «благодаря деятельности человека и обосновывается представление о причинности»...² движения, превращения форм движения, о том, что одно движение есть причина другого и т. д. Однако здесь еще нет доказательства, замечает Энгельс, «эмпирическое наблюдение само по себе никогда не может доказать достаточным образом необходимость» — «доказательство необходимости заключается в человеческой деятельности, в эксперименте, в труде: если я смогу *сделать* некоторое *post hoc* (после того — *Ред.*), то оно становится тождественным с *propter hoc* (вследствие того — *Ред.*). Т. е. если я могу вызвать определенную последовательность явлений, то это тождественно доказательству их необходимой причинной связи»...³. Именно таким образом, через практику, через практическую деятельность общественную мы в состоянии получить общее, закономерное — от нее, а не от мышления и его работы» [135, с.139-140] (см. также [136, с.427-428]).

Здесь высказана очень важная мысль для тех, кто занимается изучением закономерностей превращений энергии и вещества. Выяснить закономерности этих превращений можно не путем наблюдения протекания природных процессов, а путем анализа превращений в машинах. Следует, правда, отметить, что в отношении превращения теплоты в механическое движение В. А. Босенко допустил одну неточность. В современной практике (производстве) паровых машин нет. Сегодня, чтобы получить закономерности превращения теплоты в механическое движение, нужно анализировать работу двигателей внутреннего сгорания, паровых и газовых турбин, реактивных двигателей.

Идеи, которые автор вычитал у В. А. Босенко относительно роли практики в понимании человеком природных закономерностей, играли существенную роль в проводимых автором исследованиях в области термодинамики. То обстоятельство, что основные положения этой науки дошли до нас почти в неизменном виде с середины XIX века,

¹ [10, с. 544].

² [10, с. 545].

³ [10, с. 544].

которое многими рассматривается как свидетельство истинности этой науки, можно было рассматривать и как аргумент в пользу ее ошибочности (неполноты, абстрактности).

Ценная идея содержится и в таком фрагменте В. А. Босенко.

«Подобно тому, как, по словам К. Маркса, у капиталиста, в отличие от рабочего, занимающегося обработкой минералов, не может быть «минералогического чувства»...¹ (но зато сильно развито чувство стоимости), у класса, способ жизнедеятельности которого выражает не перспективы развития, а деградацию и загнивание, ожидать диалектического развития в способе мышления, формирования понятия развития нечего. Он приходит к аналитизму, редукционизму, эклектизму – всему тому, что больше соответствует его способу бытия, только не к диалектике» [135, с.107; 136, с.395].

Из этого автор настоящей монографии сделал вывод: нельзя полностью доверять закономерностям, установленным буржуазными учеными (а таковыми были почти все классики термодинамики) в различных областях естествознания. В их рассуждениях ошибки могут быть где угодно.

Кроме того, в связи с разделением в XX веке физиков на теоретиков и экспериментаторов нужно с крайним недоверием относиться к рассуждениям теоретиков, т. к. практическая деятельность современных физиков-теоретиков, особенно занимающихся космологией и общей теорией относительности, ограничивается карандашом и бумагой. Автор считал, что большего доверия относительно истинности той или иной теории заслуживает мнение не физика-теоретика – создателя теории, а того, кто использует результаты теории на практике. Со временем находил все больше подтверждений этому убеждению.

Кстати, подобное убеждение в свое время высказал Декарт:

«...мне казалось, что в рассуждениях каждого о делах, непосредственно его касающихся, и притом таким образом, что ошибка может повлечь за собой для него наказание, я могу встретить гораздо более истины, чем в бесполезных спекуляциях кабинетного ученого, не имеющих иных последствий, кроме суетного тщеславия, которое тем сильнее, чем больше такой ученый удаляется от здравого смысла, так как, чтобы придать своим суждениям характер правдоподобия, от него требуется в этом случае много остроумия и искусства» [225, с.265–266].

Подобное убеждение высказывал А. К. Тимирязев:

«Вопреки установившемуся у нас с легкой руки деборинцев мнению, будто экспериментатор, работающий в лаборатории, является в огромном большинстве случаев «ползучим эмпириком», – он обыкновенно, на самом деле, легче усваивает материалистическую диалектику, чем оторван-

¹ [2, с.122].

ный от жизни физик-теоретик, фактически заменяющий физику математикой. И это вполне понятно: физик-экспериментатор в своей работе, даже в тех случаях, когда он работает над вопросом, непосредственно не имеющим еще практического применения, во много раз ближе к «диалектике материальных превращений, проделываемых в лаборатории и на заводе» (Ленин, Материализм и эмпириокритицизм, стр. 236), чем теоретик, пытающийся объяснить противоречия, на которые он натолкнулся, тем, что в мире атомов и электронов перестает действовать... закон причинности! Да, кроме того, только оторванный от жизни философ мог додуматься до того, что экспериментатор — узкий практик и эмпирик. Лабораторная экспериментальная работа есть сложнейшее сочетание практики с теорией, причем при помощи умело поставленного опыта решаются такие теоретические вопросы, к которым еще нельзя подойти с помощью математики. Наоборот, модные в настоящее время теории, несмотря на блестящий математический аппарат, построены часто на старенькой методологии чистого описания, полагающей в основу всей науки метод точного и экономного описания наших «переживаний», наших «ощущений», например знаменитое положение о принципиальной ненаблюдаемости. Вот здесь-то мы и встречаемся с подлинной «ползучей эмпирией», с полным отсутствием теоретического мышления» [565, с.5].

К сожалению, начиная с конца 50-х гг. XX в. для большинства советских философов авторитетами, причем непререкаемыми, стали не инженеры и физики-экспериментаторы, а некоторые физики-теоретики¹. О некоторых последствиях этого для философии и физики будет сказано в гл. 6.

Основные принципы диалектико-материалистического метода мышления

Диалектико-материалистический метод мышления (диалектико-материалистический метод познания, диалектико-материалистический метод теоретического исследования), будучи методом, должен содержать (и действительно содержит) ряд правил, которые необходимо применять и строго соблюдать при проведении конкретных исследований, если их целью является познание объективной истины.

¹ П. В. Копнин писал в 1968 г.: «Конечно, сейчас не может быть сомнений в объективной истинности выдвинутых Эйнштейном теоретических построений. Если речь идет о специальной теории относительности, то она нашла свое подтверждение уже в современной технике, общая — такого выхода в технику пока еще не обрела, но плодотворно применяется в современной науке, в частности в космологии» [340, с.355].

Надо полагать, П. В. Копнин поверил авторитетным физикам на слово. Если общая теория относительности не обрела выхода в технику (в широком смысле этого слова), то ее практическая проверка не началась, и нет никаких оснований говорить об истинности этой теории.

В основе этого метода лежит диалектико-материалистическое мировоззрение, а сам метод заключается в практическом применении диалектико-материалистической теории познания в конкретных исследованиях. Поскольку метод оперирует всеобщими законами диалектики и всеобщими понятиями – категориями, он является универсальным, может применяться и в исследованиях любых объектов, и для развития теорий, в том числе и тех, которые физики называют фундаментальными. Это подтверждает и личный опыт автора, который применил этот метод в исследованиях химических источников тока (технического объекта), парадокса Гиббса (теоретической проблемы), классической термодинамики (фундаментальной теории).

Насколько автор может судить, до сегодняшнего времени нет работ, в которых бы давалось достаточно полное описание диалектико-материалистического метода исследования. Поэтому дальнейшее изложение диалектического метода автор дает, основываясь главным образом на собственном опыте его плодотворного применения.

На наш взгляд, в диалектико-материалистическом методе прежде всего можно выделить ряд принципов (правил, требований), которые следует применять в любых исследованиях. Эти принципы излагались многими авторами с большей или меньшей полнотой.

Элементы диалектико-материалистического метода изложены В.И. Лениным в «Философских тетрадах» под названием «Элементы диалектики»:

«1) *объективность* рассмотрения (не примеры, не отступления, а вещь сама в себе).

2) вся совокупность многообразных *отношений* этой вещи к другим.

3) *развитие* этой вещи (respective (соответственно. *Ред.*) явления), ее собственное движение, ее собственная жизнь.

4) внутренне противоречивые *тенденции* (*и #* стороны) в этой вещи.

5) вещь (явление etc.) как сумма *#* и *единство противоположностей*.

6) *борьба* respective развертывание этих противоположностей, противоречивых стремлений etc.

7) соединение анализа и синтеза, – разборка отдельных частей и совокупность, суммирование этих частей вместе.

8) отношения каждой вещи (явления etc.) не только многообразны, но всеобщы, универсальны. Каждая вещь (явление, процесс etc.) связаны с *каждой*.

9) не только единство противоположностей, но *переходы каждого* определения, качества, черты, стороны, свойства в *каждое* другое [в свою противоположность?].

10) бесконечный процесс раскрытия *новых* сторон, отношений etc.

11) бесконечный процесс углубления познания человеком вещи, явлений, процессов и т. д. от явлений к сущности и от менее глубокой к более глубокой сущности.

12) от сосуществования к каузальности и от одной формы связи и взаимозависимости к другой, более глубокой, более общей.

13) повторение в высшей стадии известных черт, свойств etc. низшей и

14) возврат якобы к старому (отрицание отрицания)

15) борьба содержания с формой и обратно. Сбрасывание формы, переделка содержания.

16) переход количества в качество и vice versa. ((15 и 16 суть *примеры* 9-го))» [60, с.202-203].

В статье «Еще раз о профсоюзах, о текущем моменте и об ошибках гг. Троцкого и Бухарина» В. И. Ленин высказал такие методологические требования диалектико-материалистического метода познания:

«Чтобы действительно знать предмет, надо охватить, изучить все его стороны, все связи и «опосредствования». Мы никогда не достигнем этого полностью, но требование всесторонности предостережет нас от ошибок и от омертвления. Это во-1-х. Во-2-х, диалектическая логика требует, чтобы брать предмет в его развитии, «самодвижении» (как говорит иногда Гегель), изменение... В-3-х, вся человеческая практика должна войти в полное «определение» предмета и как критерий истины и как практический определитель связи предмета с тем, что нужно человеку. В-4-х, диалектическая логика учит, что «абстрактной истины нет, истина всегда конкретна», как любил говорить, вслед за Гегелем, покойный Плеханов» [61, с.290].

Ряд правил диалектико-материалистического метода, которые автор выучил первыми и никогда не забывал, сформулировал Р. Декарт в «Рассуждении о методе»:

«*Первое* — не принимать за истинное что бы то ни было, прежде чем не признал это несомненно истинным, т. е. старательно избегать поспешности и предубеждения и включать в свои суждения только то, что представляется моему уму так ясно и отчетливо, что никоим образом не сможет дать повод к сомнению.

Второе — делить каждую из рассматриваемых мною трудностей на столько частей, на сколько потребуется, чтобы лучше их разрешить.

Третье — руководить ходом своих мыслей, начиная с предметов простейших и легко познаваемых, и восходить мало-помалу, как по ступеням, до познания наиболее сложных, допуская существование порядка даже среди тех, которые в естественном порядке вещей не предшествуют друг другу.

И последнее — делать всюду настолько полные перечни и такие общие обзоры, чтобы быть уверенным, что ничего не пропущено» [226, с.22-23]¹.

¹ Много ценного автор также нашел в главе «Несколько правил морали, извлеченных из этого метода» [226, с.25-31].

Диалектико-материалистический метод познания хорошо изложен И. В. Сталиным в статье «О диалектическом и историческом материализме».

«Диалектика происходит от греческого слова «диалого», что значит вести беседу, вести полемику. Под диалектикой понимали в древности искусство добиться истины путем раскрытия противоречий в суждении противника и преодоления этих противоречий. В древности некоторые философы считали, что раскрытие противоречий в мышлении и столкновение противоположных мнений является лучшим средством обнаружения истины. Этот диалектический способ мышления, распространенный впоследствии на явления природы, превратился в диалектический метод познания природы, который рассматривал явления природы как вечно движущиеся – и изменяющиеся, а развитие природы – как результат развития противоречий в природе, как результат взаимодействия противоположных сил в природе.

В своей основе диалектика прямо противоположна метафизике.

1) **Марксистский диалектический метод** характеризуется следующими основными чертами:

а) В противоположность метафизике диалектика рассматривает природу не как случайное скопление предметов, явлений, оторванных друг от друга, изолированных друг от друга и не зависимых друг от друга, а как связанное, единое целое, где предметы, явления органически связаны друг с другом, зависят друг от друга и обуславливают друг друга.

Поэтому **диалектический метод считает**, что ни одно явление в природе не может быть понято, если взять его в изолированном виде, вне связи с окружающими явлениями, ибо любое явление в любой области природы может быть превращено в бессмыслицу, если его рассматривать вне связи с окружающими условиями, в отрыве от них, и, наоборот, любое явление может быть понято и обосновано, если оно рассматривается в его неразрывной связи с окружающими явлениями, в его обусловленности от окружающих его явлений.

б) В противоположность метафизике диалектика рассматривает природу не как состояние покоя и неподвижности, застоя и неизменяемости, а как состояние непрерывного движения и изменения, непрерывного обновления и развития, где всегда что-то возникает и развивается, что-то разрушается и отживает свой век.

Поэтому **диалектический метод требует**, чтобы явления рассматривались не только с точки зрения их взаимной связи и обусловленности, но и с точки зрения их движения, их изменения, их развития, с точки зрения их возникновения и отмирания...

в) В противоположность метафизике диалектика рассматривает процесс развития не как простой процесс роста, где количественные изменения не ведут к качественным изменениям, а как такое развитие, которое переходит от незначительных и скрытых количественных изменений к изменениям открытым, к изменениям коренным, к изменениям качественным...

Поэтому **диалектический метод считает**, что процесс развития следует понимать не как движение по кругу, не как простое повторение пройденного, а как движение поступательное, как движение по восходящей линии, как переход от старого качественного состояния к новому качественному состоянию, как развитие от простого к сложному, от низшего к высшему...

г) В противоположность метафизике диалектика исходит из того, что предметам природы, явлениям природы свойственны внутренние противоречия, ибо все они имеют свою отрицательную и положительную сторону, свое прошлое и будущее, свое отживающее и развивающееся, что борьба этих противоположностей, борьба между старым и новым, между отмирающим и нарождающимся, между отживающим и развивающимся составляет внутреннее содержание процесса развития, внутреннее содержание превращения количественных изменений в качественные.

Поэтому **диалектический метод считает**, что процесс развития от низшего к высшему протекает не в порядке гармонического развертывания явлений, а в порядке раскрытия противоречий, свойственных предметам, явлениям, в порядке «борьбы» противоположных тенденций, действующих на основе этих противоречий...» [549, с.574–578].

Наряду с ясностью и четкостью формулировок ценным в изложении И. В. Сталина является то, что положения диалектического метода обосновываются положениями диалектико-материалистического мировоззрения (диалектико-материалистического понимания природы). Тем самым подтверждается то положение Энгельса, что мировоззрение должно проявить себя в науках.

Однако, на наш взгляд, изложение метода можно было бы сделать несколько более четким. Хорошо сказано: в пункте 1) б): «диалектический метод **требует**», однако лучше написать не «чтобы явления рассматривались... с точки зрения их движения, их изменения, их развития», а «рассматривать явления как движущиеся, изменяющиеся, развивающиеся».

Аналогично, пункт 1) а), в), г) следовало бы сформулировать так: «диалектический метод **требует** а) рассматривать явление в его неразрывной связи с окружающими явлениями...», в) рассматривать развитие не только как количественное, но качественное изменение, как г) борьбу противоположностей.

Заметим, что для подавляющего большинства задач, с которыми имеет дело тот или иной физик или химик, достаточно знания и применения элементов (принципов) диалектики, изложенных в данном разделе, которые физик или химик может почерпнуть из опыта, из курсов системного анализа, изучая методы проектирования.

Но материалистическая диалектика является и методом развития теории (науки). А этот метод основывается не только на диалектико-

материалистическом мировоззрении, но и на диалектико-материалистической теории познания, которую, как говорилось выше, немарксисты не знают. Поэтому ничего подобного диалектико-материалистическому методу развития теории буржуазные философы до сих пор не изобрели, ничего похожего на диалектико-материалистический метод в теоретической физике до сих пор не применялось. Описания диалектико-материалистического метода развития науки (теории) нет ни у Ленина, ни у Сталина.

В «Старом предисловие к «Анти-Дюрингу» Энгельс писал, что занявшись систематизацией положительного материала и приведением в правильную связь отдельных областей знания, «естествознание вступает в теоретическую область, а здесь эмпирические методы оказываются бессильными, здесь может оказать помощь только теоретическое мышление» [10, с.366]. Все физики изучают эмпирические методы и знают, как установить, подтвердить или опровергнуть ту или иную эмпирическую зависимость, тот или иной эмпирический закон. Однако не имеют ни малейшего понятия относительно того, как действовать, когда приходится развивать теорию. Ведь теория представляет собой некую логическую систему; в ней есть понятия, аксиомы, теоремы. Соответственно, физики знают, что делать, если эмпирически установленный закон не соответствует фактам: закон нужно изменить. Но когда фактам не соответствует логическая система, «эмпирические методы оказываются бессильными», т.к. здесь имеется много возможностей: можно ограничить сферу применимости теории, можно внести изменения в содержание понятий, можно признать аксиому ошибочной...

Как со знанием дела изменять теорию, как создавать теорию, которая может развиваться, вбирая все новые и новые факты, не изменяясь в главном, учит материалистическая диалектика.

Маркс и Энгельс о диалектико-материалистическом методе теоретического исследования

Диалектико-материалистический метод развития науки (теории) был создан Марксом и применен им в исследованиях в области политической экономии, при написании «Капитала».

В. И. Ленин достойно оценил значение разработанного Марксом метода для науки. Он писал:

«Если Марх не оставил *«Логики»* (с большой буквы), то он оставил *логику* «Капитала», и это следовало бы сугубо использовать по данному вопросу. В «Капитале» применена к одной науке логика, диалектика и теория познания [не надо 3-х слов: это одно и то же] материализма, взявшего все ценное у Гегеля и двинувшего сие ценное вперед» [60, с.301].

Чтобы читатель представил себе роль «Капитала» Маркса в развитии научного метода, приведем два фрагмента из опубликованной в 2002 году монографии профессора Московского университета В. А. Вазюлина «Логика «Капитала» Маркса» [154].

«Со времени написания «Капитала» прошло много десятилетий. Первый том был издан более 100 лет назад. Тем не менее «Капитал» К. Маркса и сейчас находится на переднем крае науки. «Капитал» был и остается **единственным систематическим и детальным изображением целой конкретной науки (политэкономии капитализма) с сознательных диалектико-материалистических позиций**» [154, с.22].

«Другие науки, до сих пор, не достигли такой полноты и глубины проникновения в свой предмет, какое мы находим в «Капитале», хотя со времени создания и публикации «Капитала» прошло много десятилетий и появились специальные исследования систем, или так называемые «системные исследования»» [там же, с.20].

Соответственно, и сегодня, чтобы освоить самый передовой метод теоретического мышления, необходимо обращаться к «Капиталу» Маркса. Однако предварительно с этим методом можно ознакомиться по его кратким изложениям, которые дали Энгельс в рецензии на работу Маркса «К критике политической экономии» [21] и Маркс – во «Введении» из «Экономических рукописей 1857 – 1858 годов» [6], в разделе «Метод политической экономии».

В рецензии на работу Маркса «К критике политической экономии» [21] Энгельс писал:

«Гегелевский способ мышления отличался от способа мышления всех других философов огромным историческим чутьем, которое лежало в его основе. Хотя форма была крайне абстрактна и идеалистична, все же развитие его мыслей всегда шло параллельно развитию всемирной истории, и последнее, собственно, должно было служить только подтверждением первого. Если при этом истинное отношение было перевернуто и поставлено на голову, то все же реальное содержание повсюду проникало в философию, тем более, что Гегель в отличие от своих учеников не делал добродетели из невежества, а был одним из образованнейших людей всех времен. Он первый пытался показать развитие, внутреннюю связь истории, и каким бы странным ни казалось нам теперь многое в его философии истории, все же грандиозность основных его взглядов даже и в настоящее время еще поразительна, особенно если сравнить с ним его предшественников или тех, кто после него отваживался пускаться в общие размышления об истории. В «Феноменологии», в «Эстетике», в «Истории философии» – повсюду красной нитью проходит это великолепное понимание истории, и повсюду материал рассматривается исторически, в определенной, хотя и абстрактно извращенной, связи с историей.

Это составившее эпоху понимание истории было прямой теоретической предпосылкой нового материалистического воззрения, и уже благодаря этому была дана исходная точка также для логического метода. Если эта забытая диалектика, даже с точки зрения «чистого мышления», привела к таким результатам, если она к тому же, как бы играючи, покончила со всей прежней логикой и метафизикой, то, значит, в ней во всяком случае было что-то большее, чем просто софистика и схоластические изощрения. Но критика этого метода была нелегкой задачей; вся официальная философия боялась и теперь еще боится взяться за нее.

Маркс был и остается единственным человеком, который мог взять на себя труд высвободить из гегелевской логики то ядро, которое заключает в себе действительные открытия Гегеля в этой области, и восстановить диалектический метод, освобожденный от его идеалистических оболочек, в том простом виде, в котором он и становится единственно правильной формой развития мысли. Выработку метода, который лежит в основе марксовской критики политической экономии, мы считаем результатом, который по своему значению едва ли уступает основному материалистическому воззрению.

Критику политической экономии... можно было проводить двояким образом: исторически или логически. Так как в истории, как и в ее литературном отражении, развитие в общем и целом происходит также от простейших отношений к более сложным, то историческое развитие политико-экономической литературы давало естественную руководящую нить, которой могла придерживаться критика; при этом экономические категории в общем и целом появлялись бы в той же последовательности, как и в логическом развитии. Эта форма на первый взгляд имеет преимущество большей ясности, так как тут прослеживается *действительное* развитие, но на самом деле она была бы в лучшем случае только более популярной. История часто идет скачками и зигзагами, и если бы обязательно было следовать за ней повсюду, то пришлось бы не только поднять много материала незначительной важности, но и часто прерывать ход мыслей. К тому же нельзя писать историю политической экономии без истории буржуазного общества, а это сделало бы работу бесконечной, так как отсутствует всякая подготовительная работа. Таким образом, единственно подходящим был логический метод исследования. Но этот метод в сущности является не чем иным, как тем же историческим методом, только освобожденным от исторической формы и от мешающих случайностей. С чего начинается история, с того же должен начинаться и ход мыслей, и его дальнейшее движение будет представлять собой не что иное, как отражение исторического процесса в абстрактной и теоретически последовательной форме; отражение исправленное, но исправленное соответственно законам, которые дает сам действительный исторический процесс, причем каждый момент может рассматриваться в той точке его развития, где процесс достигает полной зрелости, своей классической формы.

При этом методе мы исходим из первого и наиболее простого отношения, которое исторически, фактически находится перед нами, следовательно, в данном случае из первого экономического отношения, которое мы находим. Это отношение мы анализируем. Уже самый факт, что это есть *отношение*, означает, что в нем есть две стороны, которые *относятся друг к другу*. Каждую из этих сторон мы рассматриваем отдельно; из этого вытекает характер их отношения друг к другу, их взаимодействие. При этом обнаруживаются противоречия, которые требуют разрешения. Но так как мы здесь рассматриваем не абстрактный процесс мышления, который происходит только в наших головах, а действительный процесс, некогда совершавшийся или все еще совершающийся, то и противоречия эти развиваются на практике и, вероятно, нашли свое разрешение. Мы проследим, каким образом они разрешались, и найдем, что это было достигнуто установлением нового отношения, две противоположные стороны которого нам надо будет развить и т. д.» [21, с.495-497].

В разделе «Метод политической экономии» **Маркс** изложил диалектико-материалистический метод применительно к политэкономии:

«Когда мы с точки зрения политической экономии рассматриваем какую-нибудь данную страну, то мы начинаем с ее населения, его разделения на классы, распределения населения между городом, деревней и морскими промыслами, между различными отраслями производства, с вывоза и ввоза, годового производства и потребления, товарных цен и т. д.

Кажется правильным начинать с реального и конкретного, с действительных предпосылок, следовательно, например, в политической экономии, с населения, которое есть основа и субъект всего общественного процесса производства. Однако при ближайшем рассмотрении это оказывается ошибочным. Население — это абстракция, если я оставлю в стороне, например, классы, из которых оно состоит. Эти классы опять-таки пустой звук, если я не знаю тех основ, на которых они покоятся, например наемного труда, капитала и т. д. Эти последние предполагают обмен, разделение труда, цены и т. д. Капитал, например, — ничто без наемного труда, без стоимости, денег, цены и т. д. Таким образом, если бы я начал с населения, то это было бы хаотическое представление о целом, и только путем более детальных определений я аналитически подходил бы ко все более и более простым понятиям: от конкретного, данного в представлении, ко все более и более тощим абстракциям, пока не пришел бы к простейшим определениям. Отсюда пришлось бы пуститься в обратный путь, пока я не пришел бы, наконец, снова к населению, но на этот раз не как к хаотическому представлению о целом, а как к некоторой богатой совокупности многочисленных определений и отношений.

Первый путь — это тот, по которому политическая экономия исторически следовала в период своего возникновения. Например, экономисты XVII столетия всегда начинают с живого целого, с населения, нации, государства, нескольких государств и т. д., но они всегда заканчивают тем,

что путем анализа выделяют некоторые определяющие абстрактные всеобщие отношения, как разделение труда, деньги, стоимость и т. д. Как только эти отдельные моменты были более или менее зафиксированы и абстрагированы, стали возникать экономические системы, восходившие от простейшего — труд, разделение труда, потребность, меновая стоимость и т. д. — к государству, международному обмену и мировому рынку.

Последний метод есть, очевидно, правильный в научном отношении. **Конкретное потому конкретно, что оно есть синтез многих определений, следовательно единство многообразного.** В мышлении оно поэтому выступает как процесс синтеза, как результат, а не как исходный пункт, хотя оно представляет собой действительный исходный пункт и, вследствие этого, также исходный пункт созерцания и представления. На первом пути полное представление подверглось испарению путем превращения его в абстрактные определения, на втором пути абстрактные определения ведут к воспроизведению конкретного посредством мышления» [6, с.36-37].

В свое время автор использовал изложение метода, данное Энгельсом, в исследованиях в области термодинамики (см. гл. 7), а метод восхождения от абстрактного к конкретному, изложенный Марксом — при построении модели ХИТ (см. гл. 4).

Как развивать теорию

Изложение диалектико-материалистического метода, данное Марксом и Энгельсом, является очень кратким, не охватывает всех его деталей. Приступая к теоретическим исследованиям в области термодинамики, автор изучал этот метод главным образом по книгам Э. В. Ильенкова «Диалектика абстрактного и конкретного в «Капитале» Маркса» [284] и «Диалектическая логика: Очерки истории и теории» [288].

В этих книгах дается подробный ответ на вопрос «Как развивать теорию?». Э. В. Ильенков писал:

«Любая новая теория возникает только через критическое преодоление имеющейся теории того же самого предмета. Она никогда не возникает на голом месте, без теоретических предпосылок...» [288, с.241].

«Марксу вообще всегда был решительно чужд тот левацкий взгляд на развитие духовной культуры, который игнорирует все предшествующие завоевания человеческой мысли. В науке, как и прочих областях духовной культуры, действительное движение вперед всегда осуществляется путем дальнейшего развития того ценного, что создано всем предшествующим развитием, а не на пустом месте, не локковской «*tabula rasa*», а теоретически развитой головой.

Самой собой разумеется, что усвоение результатов предшествующего теоретического развития — это не простое наследование готовых формул, а сложный процесс их критического переосмысливания с позиции их соответствия фактам, жизни, практике. Новая теория, какой бы революци-

онной она ни была по своему содержанию и значению, всегда рождается в ходе критической переработки завоеваний предшествующего теоретического развития...

Чем революционнее теория, тем в большей степени она является подлинной наследницей прошлого теоретического развития, тем в большей степени она усваивает «рациональные зерна», накопленные наукой до нее. Это необходимый закон развития науки, теории. Новое теоретическое понимание эмпирически данных фактов всегда и везде возникает только в ходе революционно-критической переработки старого теоретического понимания этих фактов.

«Сведёние критических счетов» с ранее развитыми теориями есть вовсе не побочное, второстепенной важности занятие, а необходимый момент разработки самой теории, момент теоретического анализа фактов. И «Капитал» совсем не случайно имеет такой подзаголовок, второе название: «Критика политической экономии».

Здесь анализ понятий, развитых всей предшествующей историей политической экономии, совпадает органически, по существу, с анализом упрямых фактов экономической действительности. Эти два аспекта научно-теоретического исследования совпадают, сливаются в один процесс. Ни один из них не мыслим и не возможен без другого. Как критический анализ понятий невозможен помимо и вне анализа фактов, так и теоретический анализ фактов невозможен, если нет понятий, через которые они могут быть выражены. Диалектическая логика Маркса полностью учитывает значение этого обстоятельства.

Уже поэтому в диалектике совершается сознательное, преднамеренное совпадение индуктивного и дедуктивного моментов, как неразрывных, взаимопредполагающих моментов *исследования*» [284, с.139–140].

«Теоретический анализ фактов и критическое рассмотрение истории мысли – два неразрывных аспекта исследования...» [288, с.241].

«Старая теория и ее категории, будучи сопоставлены с конкретностью, данной ныне на более высокой ступени ее исторического развития, будут, естественно, истолкованы как первоначально контурное, односторонне абстрактное изображение этой самой конкретности. Поэтому старая теория, а точнее, ее «рациональное зерно», выверенное временем, может быть включено в более конкретное понимание на правах его абстрактного момента. При этом отбрасывается лишь представление, будто это старое понимание заключало в себе полную (конкретную) истину. Новая теория накладывает на него свои ограничения и тем самым превращает «рациональное зерно» прежнего понимания в частный случай более общего (более конкретного) понимания *того же* целого» [288, с.243–244].

Резюмируем: новая теория возникает только через критическое преодоление имеющейся теории, чем революционнее теория, тем в большей степени она является подлинной наследницей прошлого теоретического развития, анализ понятий старой теории должен сочетаться с анализом упрямых фактов, рациональное зерно старой теории может быть включено в новую на правах ее абстрактного момента.

О роли противоречий в теоретическом исследовании

Однако одного знания, что новая теория создается путем развития (переработки) старой, недостаточно для успешного развития науки. Материалистическая диалектика указывает, какой должна быть критика (способ критики) теории, чтобы она вела к истине, к более глубокой истине.

«Критика любой теории всегда направляется на отыскание в ней противоречий. Новая теория всегда утверждает себя тем, что показывает тот способ, которым разрешаются противоречия, неразрешимые с помощью принципов старой теории» [284, с.221].

Разъясним это положение. Всякая теория представляет собой логическую систему, включающую понятия, суждения, умозаключения. Поскольку логическое противоречие и есть тот предел, перед которым останавливается логически правильное рассуждение, то появление противоречия обнаруживает ограниченность, предел некоторой теории. Именно поэтому рациональный подход к развитию теории и заключается в поиске и разрешении противоречий теории.

Однако к противоречиям нужно подходить со знанием дела — знать, какими они бывают и что с ними можно и нужно делать.

«Глубочайшей особенностью диалектического мышления является сознательное владение категорией противоречия» [106, с.3]

Основой сознательного овладения категорией противоречия является понимание того, что противоречия, с которыми может встретиться теоретик, могут быть разных видов.

Во-первых, противоречия между выводом (следствием) из какой-либо теории и результатами экспериментов, измерений. Примером такого противоречия является «ультрафиолетовая катастрофа» в теории излучения. Причинами появления такого рода противоречий могут быть либо ошибочность, либо неполнота, абстрактность теории. Разрешаются такие противоречия путем соответствующего изменения теории либо созданием новой теории.

Во-вторых, противоречие между теорией и обыденным сознанием (здравым смыслом, очевидностью). Примером такого противоречия может служить положение теории Коперника о том, что Земля, как и другие наблюдаемые планеты, вращается вокруг Солнца, хотя каждый видит, что Солнце, как и другие звезды, вращается вокруг Земли. «Научные истины всегда парадоксальны, если судить на основании повседневного опыта» [5, с.130], и такого рода противоречия наукой разъясняются, но, разумеется не служат основанием для изменения теорий.

В некоторых случаях могут обнаружиться противоречия между двумя выводами из одной теории. Их причинами могут быть либо логические ошибки в рассуждении, приводящие к ложному выводу из истинных посылок, либо противоречивость оснований теории. Разрешаются такие противоречия либо обнаружением ошибки в одном из рассуждений, либо видоизменением теории, либо отказом от нее.

Кроме того, существует четвертый вид противоречия, которое по незнанию часто не отличают от предыдущего, диалектическое противоречие, — такое противоречие, обе противоположности которого являются отражением объективного положения вещей, противоречие, выражающее отношения действительного мира, являющееся отражением живого противоречия живой жизни.

«Так, например, Зенон ... показал относительно движения, что оно противоречит себе» [193, с.227]. То, что Зенон не ошибся, подтвердилось через 2000 лет — адекватное математическое описание самого механического движения (а не только его результатов) стало возможным после введения Декартом переменной величины, понятия, содержащего противоречивые признаки: величина — это нечто определенное, переменная — нечто неопределенное. «Поворотным пунктом в математике была декартова переменная величина. Благодаря этому в математику вошли движение и тем самым диалектика...» [10, с.573]. «Вошли движение и диалектика» — значит, в математике появилась логическая форма, пригодная для отражения противоречащего себе движения, форма, отражающая противоречие. Всегда для отражения диалектического противоречия требуется новая логическая форма, новое понятие, которое с точки зрения старой теории является неправильным как содержащее несовместимые предикаты.

Часто диалектическим оказывается противоречие между двумя теориями одного явления, примером чего может быть противоречие между волновой и корпускулярной теориями света.

Вполне понятно, что, встретившись с противоречием в теории, следует выяснять, к какому роду оно относится.

«Однако решить, с каким именно случаем мы столкнулись и на каком пути следует разрешить противоречие, по одной лишь формально-математической структуре уравнения невозможно. В обоих случаях нужен дополнительный конкретный анализ той действительности, в выражении которой появилось противоречие» [284, с.238].

«Нет никакого строгого и абсолютного критерия, который бы тут же устанавливал характер противоречий в мышлении. С каким противоречием мы имеем дело в теоретическом построении — это решается путем анализа самой теории и ее противоречий, в ходе развития теории» [339, с.156-157].

Разумеется, теоретик, желающий развивать теорию, должен не только ждать появления противоречий или заниматься перепроверкой

известных логических построений существующей теории на предмет их непротиворечивости, но и искать объекты, явления, которые теория не в состоянии отразить непротиворечиво, объекты, которые с точки зрения этой теории являются невозможными.

Следует иметь в виду, что, создавая и развивая теории, теоретики стремятся сделать их непротиворечивыми, а встретившись с противоречиями, стремятся от них избавиться, главным образом, уточняя определения¹.

«То, что теория Рикардо была насквозь логически противоречивой, открыл вовсе не Маркс. Это прекрасно видели и Мальтус, и Сисмонди, и Мак-Куллох, и Прудон. Но только Маркс смог понять действительный характер противоречий трудовой теории стоимости. Рассмотрим, вслед за Марксом, одно из них, самое типичное и острое, – антиномию закона стоимости и закона средней нормы прибыли...»

Метафизически мыслящий теоретик, столкнувшись с таким парадоксом, неизбежно толкует его как результат ошибок, допущенных мыслью ранее, при выработке и формулировке всеобщего закона. Естественно, что и разрешение парадокса он ищет на пути чисто формального анализа теории, на пути уточнения понятий, исправления выражений и т.п. По поводу такого подхода к решению вопроса Маркс пишет: «Противоречие между общим законом и более развитыми конкретными отношениями здесь хотят разрешить не путем нахождения посредствующих звеньев, а путем прямого подведения конкретного под абстрактное и путем непосредственного приспособления конкретного к абстрактному. И этого хотят достигнуть с помощью *словесной фикции*, путем изменения *vera regum vocabula* [правильных наименований вещей]» [288, с.259-261]

«Вывод очевиден: не всякий способ разрешения противоречий приводит к *развитию* теории. Два перечисленных способа означают такое «разрешение» противоречий, которое тождественно превращению теории в беспросветную эмпирическую эклектику. Ибо теория вообще существует только там, где есть сознательное и принципиально проведенное стремление понять все особенные явления как необходимые модификации одной и той же всеобщей конкретной субстанции, в данном случае субстанции стоимости – живого человеческого труда» [288, с.262-263].

«Стремление избавиться от противоречий в определениях путем «уточнения» названий и выражений есть метафизический способ разрешения противоречий в теории. Как таковой он в итоге приводит не к развитию теории, а к ее разложению. Поскольку же жизнь заставляет все-таки развивать теорию, то в конце концов всегда оказывается, что попытки построить теорию, в которой не было бы противоречий, приводят к нагромождению новых противоречий, но только еще более нелепых и

¹ Примеры таких «уточнений» приводятся в гл. 6 и 7.

неразрешимых, нежели те, от которых по видимости избавились» [284, с.231-232].

«Диалектический метод, диалектическая логика обязывают не только не бояться противоречий в теоретическом определении объекта, но прямо и непосредственно требуют целенаправленно отыскивать и точно фиксировать эти противоречия. Но не для того, разумеется, чтобы нагромождать горы антиномий и парадоксов в теоретических определениях вещи, а для того, чтобы отыскать их рациональное разрешение.

А рациональное разрешение противоречия в теоретическом определении может состоять только в том, чтобы проследить тот способ, которым они разрешаются *движением самой предметной, объективной реальности, движением и развитием мира вещей «в себе»* [284, с.232-233].

О значении формальной логики

В работах советских философов иногда встречается пренебрежительное отношение к традиционной формальной логике. По-видимому, отношение к этой науке как в какой-то мере устаревшей нашло воплощение в том, что ее изъяли из школьного курса в конце 1950-х гг. Некоторое время автор тоже считал, что законы формальной логики имеют крайне ограниченное значение для человека, владеющего материалистической диалектикой, однако однажды встретился с проблемой, после решения которой выработал правильное отношение к формальной логике.

Летом 1983 г., вскоре после сдачи кандминимума по философии, автор познакомился с дискуссией об определении понятия коррозии, которая проходила на страницах журнала «Защита металлов» в начале 1980-х гг. [446, 447, 105]¹, поразмышлял и сформулировал ряд тезисов относительно этой дискуссии, основанных на тогдашнем понимании автором диалектики. В этих тезисах, в частности, критиковал участников дискуссии за приверженность «метафизической» формальной логике и игнорирование логики диалектической. Тезисы показал своему научному руководителю профессору Л. И. Антропову, который, ознакомившись с ними, дал им высокую оценку и посоветовал отправить тезисы одному из участников дискуссии. Спустя некоторое время Лев Иванович передал автору подборку определений коррозии и попросил высказать свое мнение об этих определениях. Оказалось, в то время, в связи с разработкой стандарта, содержащего определения основных понятий науки о защите металлов от коррозии, определение коррозии обсуждалось учеными довольно широко.

¹ Спор главным образом касался вопроса: определять коррозию как химическое (электрохимическое) взаимодействие, видовым отличием которого является разрушение, или как разрушение, видовым отличием которого является химическое (электрохимическое) взаимодействие.

И вот, проанализировав множество определений коррозии и высказав профессору Л. И. Антропову свои соображения относительно них, автор решил почитать «Логический словарь – справочник» Н. И. Кондакова [338], благодаря чему в полной мере осознал ценность и значение традиционной формальной логики, восполнив существенный пробел в своем философском образовании.

Разобравшись в какой-то мере в формальной логике, автор с удивлением констатировал, что статьи, посвященные определению понятия коррозии, могут писать люди, имеющие довольно смутное представление о том, что такое понятие, и, похоже, не догадывающиеся о существовании правил определения понятий. Кроме того, автор понял, в чем состояла объективная трудность определения понятия коррозии – это понятие является пересечением понятий «химическое (электрохимическое) взаимодействие» и «разрушение», и его нельзя определить через ближайший род с указанием на видовое отличие, что пытались сделать многие.

Сейчас автор считает, что преподавать материалистическую диалектику можно только тем, кто изучил в какой-то мере формальную логику, – подобно тому, как высшую математику преподают тем, кто изучал элементарную¹.

Значения формальной логики и ее отношение к диалектике (логике диалектической) хорошо разъяснено в книгах П.В.Копнина [339–341] и Н.И.Кондакова [338].

П.В.Копнин писал:

«Формы следования одного суждения из других, строение и структуру готового, сформировавшегося знания традиционная формальная логика изучала на основе определенных законов: *тождества, недопустимости логического противоречия, исключенного третьего и достаточного основания*. Эти законы определяют необходимую и существенную связь, имеющуюся между сформировавшимися мыслями внутри того или иного рассуждения. Так, закон тождества требует однозначности употребления терминов в умозаключении. В одном и том же умозаключении один и тот же термин должен употребляться в одном и том же значении. Если термины в умозаключении не однозначны, то не может быть и связи между посылками в умозаключении, а следовательно, не может быть и самого умозаключения.

¹ Известно крылатое выражение «Диалектика – алгебра революции», приписываемое А.И.Герцену. В действительности А.И.Герцен писал: «Философия Гегеля – алгебра революции, она необыкновенно освобождает человека и не оставляет камня на камне от мира христианского, от мира преданий, переживших себя» [202, с.346]. Сравнение Герцена говорит о том, что он не очень хорошо знал математику. Алгебре соответствует формальная логика. Энгельс более точно сравнивал диалектику с высшей математикой [10, с.520; 14, с.138].

Закон *недопустимости противоречия* своим содержанием имеет следующее утверждение: если какое-либо суждение A из системы суждений, образующих умозаключение, является истинным, то не может быть истинным в этой же системе суждений, противоречащее суждению A , т. е. в определенной системе суждений, образующих умозаключение, не могут быть одновременно истинным суждение A и противоречащее ему суждение $\neg A$. Этот закон не касается конкретного содержания суждений, он не решает вопроса о том, какое из противоречащих суждений является истинным. Умозаключение как форма следования одного суждения из других может существовать и функционировать нормально при условии, если не будут считаться истинными противоречащие друг другу суждения.

Согласно закону *исключенного третьего* два суждения, из которых одно отрицает другое, не могут быть одновременно ложными; если одно из них ложно, то другое – истинно и наоборот. Закон *достаточного основания* утверждает, что истинность всякого суждения должна быть достаточно обоснована.

На основе этих законов классическая формальная логика изучала отношения между суждениями в системе какого-либо умозаключения, выявляя формы и правила следования одного суждения из других, ранее образовавшихся. Понятия и суждения в ней рассматриваются только в той мере и с той их стороны, какая необходима для понимания следования суждений.

Изучая закономерности следования одного суждения из других, уже традиционная логика установила так называемый логический, или формальный, критерий истинности суждений, который, конечно, хотя и необходим, но недостаточен. То или иное суждение может по всем законам формальной логики следовать из других суждений (какая-либо система может быть логически непротиворечивой) и в то же время не быть объективно истинным, не соответствовать действительности. Формально-логическая последовательность и непротиворечивость – только одно из необходимых, но отнюдь не достаточных условий достижения объективно-истинного знания о явлениях внешнего мира и законах их развития» [339, с.62-63].

Далее, в параграфе «Противоречия в мышлении и их источник» П.В.Копнин писал:

«...Закон формальной логики о недопустимости противоречий в мышлении не отрицает существования противоречащих суждений, теорий в науке, отражающих противоречивые стороны процесса действительности. Этот закон касается лишь построения умозаключения. В одном умозаключении не могут быть признаны истинными противоречащие друг другу суждения. Это – необходимое условие существования умозаключения как формы.

Предмет содержит противоречивые определения. Мы можем высказать о нем разные суждения: предмет K обладает признаком a («свет имеет корпускулярную природу»); предмет K обладает признаком b , противо-

речащим a («свет имеет волновую природу»); предмет K обладает одновременно признаками a и b («свет одновременно и волна и корпускула»). Все эти суждения истинны; первые два фиксируют отдельно взятые свойства света, а третье, более глубокое, отражает тот факт, что свет является одновременно и волной и корпускулой...

Иногда закон формальной логики о недопустимости противоречия истолковывают в том смысле, что он якобы требует признания истинным какого-либо одного из двух суждений: либо «свет обладает корпускулярной природой», либо «свет обладает волновой природой» — и отрицает истинность суждения: «свет одновременно и волна и корпускула». В действительности же этот правильно понятый закон формальной логики не запрещает нам высказать такое суждение, предикат которого составляет мысль о единстве противоречивых свойств предмета. Как и другие законы формальной логики, этот закон не касается содержания предиката суждений. Он выполняет важную функцию лишь в построении самого умозаключения как логической формы. Если мы в каком-либо конкретном умозаключении исходим из суждения A («свет обладает свойствами одновременно и корпускулы и волны»), то в этом умозаключении мы не можем признавать истинным отрицания суждения A , т. е. $не-A$ («свет не обладает свойствами одновременно и корпускулы и волны»). Суждения A и $не-A$ несовместимы в одном умозаключении...» [339, с.151-152].

«Субъект, стремясь сделать свое мышление объективным по содержанию, впадает в противоречия — и не потому, что он стремится их надумать, нагородить словесных ухищрений, высказать хаотический ряд суждений, отрицающих друг друга... Противоречия, в том числе и логические, возникают совершенно естественно в ходе постижения субъектом объекта. Сам этот процесс очень сложен, объект противоречив, он включает в себя взаимоисключающие стороны, свойства, отношения. Мышление фиксирует эти стороны, отношения в своей субъективной форме. Сложность состоит в том, что эти объективные противоречия мышление должно отразить в субъективно непротиворечивой форме. А это сделать очень трудно, субъект при этом впадает в противоречия, не свойственные самому объекту...

Причем нет никакого строгого и абсолютного критерия, который бы тут же устанавливал характер противоречий в мышлении. С какими противоречиями мы имеем дело в теоретическом построении — это решается путем анализа самой теории и ее противоречий, в ходе развития теории...

...Целью развития мышления является достижение подлинной объективности его содержания. Мышление должно отразить объект со всеми его внутренними противоречиями. Но это достигается не сразу. Возникают теории и противоречия, в которых объективные противоречия отражаются неверно. Наука в ходе своего развития устраняет эти противоречия, достигая таких теоретических построений, которые не вносят субъективных противоречий в объект» [там же, с.156-157].

Главное здесь то, что законы формальной логики относятся не к вещам, а к мыслям, связи суждений. В прошлом законы формальной логики понимались как законы действительного мира. Энгельс писал: «Принцип тождества в старо-метафизическом смысле есть основной принцип старого мировоззрения: $a=a$. Каждая вещь равна самой себе. Все считалось постоянным — солнечная система, звезды, организмы...» [10, с.530].

Остатки старого понимания формальной логики как логики действительного мира, встречаются и во второй половине XX века, например, в таких утверждениях М. М. Розенталя, что законы формальной логики «имеют дело с неподвижными категориями» [513, с.48], что формальная логика «рассматривает явления в состоянии покоя, относительного постоянства, устойчивости вещей, отвлекаясь от их развития и изменения» [там же, с.50], что принцип абстрактного тождества «есть душа, основа этой логики» [там же].

Это не так. Законы формальной логики — это не законы действительного мира (в отличие от законов диалектической логики), а законы правильных рассуждений. Формальная логика не рассматривает явления, а рассматривает связь форм мышления (суждений, понятий) в ходе рассуждений. (Кстати, М. М. Розенталь на одной странице с устаревшими положениями высказал и современное понимание формальной логики: «Главное в формальной логике — это принципы и правила выведения одних суждений из других» [513, с.50].) Не занимаясь сегодня изучением действительного мира, формальная логика не нуждается в принципе абстрактного тождества. Закон (принцип) тождества сегодня означает лишь то, что «каждая мысль, которая приводится в данном умозаключении (и рассуждении — В. И.) при повторении должна иметь одно и то же определенное, устойчивое содержание» [338, с.596]; как бы ни изменялся предмет, в правильном рассуждении какой-то термин должен обозначать один и тот же предмет.

Место формальной логики в истинных рассуждениях аналогично месту законов алгебры в высшей математике. В соответствии с законами алгебры, $A+B=B+A$; если $A=B$, то $A-B=0$, независимо от того, что означают A и B — числа, функции и др. Разумеется, на вопрос, какую функцию применить для описания тех или иных явлений, как поступить, если приходится нуль делить на нуль (определяя, например, мгновенную скорость) — алгебра ответить не может. В этом случае необходимо анализировать содержание A и B .

Знакомство автора с формальной логикой оказалось полезным не только для «общего развития». Исключительно благодаря строгому применению законов формальной логики, автор сумел обнаружить в парадоксе Гиббса много такого, что укрывалось от внимания множества ученых более столетия (см. гл. 5).

О значении изучения истории науки

Существенное влияние на исследования автора оказала статья А.А.Любищева «Уроки самостоятельного мышления» [396], являющаяся сокращенным вариантом его работы «Уроки истории науки»¹. Статья начинается так:

«Мое глубокое убеждение, основанное на многолетних размышлениях, заключается в том, что крупный прогресс и общего теоретического мышления, и конкретных естественных наук необходимо связан с преодолением претензий на универсальность, которые постоянно выдвигаются господствующими в конкретный момент направлениями естественно-научной мысли.

...Каждый период смотрит свысока на предыдущий и высказывает против него то, что впоследствии будет сказано о нем самом. Многие современные зоологи считают: только с Дарвином биология стала наукой и приобрела философское содержание. Предыдущее поколение (например, Лейкарт) аналогично относилось к Кювье. Еще раньше кумиром и основоположником биологии считался Бюффон, а до него – Аристотель. Смена теорий сопровождалась часто игнорированием старых. При этом старое идейное построение гибло вместе со своими дурными и хорошими сторонами. Все это было связано с представлением (часто применяется оно неосознаваемо) о прогрессе науки как о монотонном движении вперед, как о накоплении окончательных истин в последней инстанции. Но возможен и другой взгляд на развитие науки, при котором прогресс науки не сводится к накоплению достоверных истин, а рассматривается как смена целых систем научных и философских постулатов... Спорят не изолированные гипотезы, а всегда системы гипотез, опровержение касается всей системы гипотез – не дает возможности решить, какая же частная гипотеза была ложной.

С этой точки зрения прошлое науки – не кладбище с могильными плитами над навеки похороненными заблуждениями, а собрание недостроенных архитектурных ансамблей, многие из которых были незакончены не из-за порочности замысла, а из-за несвоевременного рождения проекта или из-за чрезмерной самоуверенности строителей» [396, с.36].

В статье есть разделы: «Монбланы фактов», «Один факт против вороха теорий», «Факты – упрямые, привычные, новые», «Факты и истина», «Научные авторитеты», «Авторитет большинства», «Авторитет практики и традиции», «Авторитет математики», «Авторитет точных наук», «Авторитет эксперимента». В каждом разделе А. А. Любищев развенчивает те или иные предрассудки, разделяемые подавляющим большинством ученых. Приведем фрагменты, которые в

¹ Многое из того, о чем автор прочитал в статье А. А. Любищева, он потом нашел в книге Т. Куна «Структура научных революций» [360].

свое время произвели наибольшее впечатление на автора и оказали заметное влияние на его исследования.

«Монбланы фактов...» Эти монбланы играют гораздо менее значительную роль в торжестве той или иной теории, чем это обычно считается. Ими нередко пользуются как шахматными фигурами, свободно переставляя их и игнорируя неугодные монбланы. Удобный метод такого игнорирования — показать, что противник высказывает очень много неверных суждений, а отсюда делается заключение, что и все остальные его суждения столь же малоценны. ...Никакая теория не может быть опровергнута, если мы ограничимся критикой только ее слабых сторон. Она должна быть разобрана полностью, или, если это невозможно, с соблюдением принципа полной репрезентативности как слабых, так и сильных сторон» [396, с.36-37].

«Факты — упрямые, привычные, новые...» [Факт совместного нахождения свинца и серебра в рудах] «интересовал алхимиков (которые обосновывали им возможность превращения элементов — В. И.), не интересовал Лавуазье и его последователей, вновь заинтересовал ученых на заре учения о радиоактивности и вновь перестал интересовать физиков за ненужностью в современной теории. «Упрямство» факта осталось довольно сомнительным...

Нередко защитники господствующих мнений говорят: дайте нам новые факты в защиту ваших взглядов. Новые факты действуют сильнее в силу своей неожиданности, но для обоснования ряда учений, противоречащих господствующим, никаких новых фактов не нужно, так как старых известно более чем достаточно, но их нередко игнорируют именно из-за того, что они не соответствуют господствующим взглядам» [396, с.38].

«Факты и истина...»

Широко распространено мнение, что линия Коперник — Кеплер, Галилей и Ньютон — это единая линия, постепенно преодолевающая предрассудки лженауки астрологии, средневековой схоластики и т. д. С одной стороны — прогрессисты, с другой — консерваторы и ретрограды. Забывают, что и Коперник и Кеплер не чуждались астрологии, и что Ньютон реабилитировал в известной мере астрологию, полностью отвергаемую Галилеем. Необходимо было, конечно, отвергнуть астрологические приемы составления гороскопов, но тут вместе с водой выплескивали и ребенка из ванны. Со времен античности было предложено много разных объяснений приливов и отливов, но, например, знаменитый схоласт Фома Аквинат допускал возможность влияния звезд, отличного от влияния света. Галилей отверг астрологию и использовал новую механику для объяснения явлений приливов и отливов. Он пытался объяснить приливы и отливы вращательным движением Земли. Объяснение явно неприемлемое, так как согласно ему интервал между двумя приливами должен быть равен половине солнечного дня, в то время как наблюдения показывали, что он равен половине лунных суток. Несмотря на это Галилей продолжал выдавать это явление за одно из лучших доказательств вращения Земли (первоначально знаменитый «Диалог» и назывался «О приливах и

отливах»), то же делали и его сторонники, тогда как противники Коперника ссылались в объяснении приливов и отливов на притяжение Луны, поскольку такое объяснение не требовало принятия вращения Земли...

[Ньютон не побоялся] «вернуться к таким понятиям, которые многим его выдающимся современникам казались окончательно преодоленными суевериями. Любопытно, что и в наши дни мы часто встречаем отвержение тех или иных гипотез «с порога», так как они якобы возобновляют давно отвергнутые суеверия...

Резюмируя эту главу, можно сказать, что при всей важности фактов для построения тех или иных гипотез и теорий, не надо забывать, что мы всегда из практически бесконечного числа доступных нам фактов выбираем те, которые нам интересны. И при отсутствии строгости в построении теории мы всегда можем негодные нам факты или игнорировать или устранять их действие введением новых вспомогательных специально для этого приспособленных дополнительных гипотез» [396, с.38-39].

«Научные авторитеты... Борьба с абсолютизацией научных авторитетов и сейчас имеет огромное значение. И сейчас в печати попадают такие выражения: «многие положения автора спорны», и это считается недостатком. Скорее следовало бы выставить принципом не стремление устанавливать бесспорные истины, а умение находить спорное и в том, что традиция считала бесспорным. То, что интересно, то спорно, то же, что бесспорно, обычно вовсе не интересно...

В наше время ситуация, когда студент находит и исправляет ошибку корифея, отнюдь не является исключительной. Табель о рангах в науке бессмысленна» [396, с.40].

«Авторитет большинства. Представление о том, что правильное мнение определяется большинством, восходит, кажется, к античному софисту Протагору и оно упорно продолжает поддерживаться многими весьма компетентными людьми... Нередко высказывается мнение: серьезным аргументом в пользу доказательности той или иной гипотезы является единодушное ее одобрение специалистами, т. е. дипломированными учеными, умными людьми, честными, образованными и талантливыми в той или иной области.

Разумеется, нельзя не считаться с мнением большинства и нельзя его отвергать без достаточного основания, но история науки показывает, что аргумент «от большинства» сам по себе не имеет решительно никакого значения. Всем хорошо известно, что нередко величайшие пионеры в той или иной области наук долгое время оставались непризнанными. ...

История науки пестрит примерами того, что крупный шаг в науке был сделан учеными из другой профессии. Гельмгольц и Р. Мейер по диплому были врачами, но оба установили закон сохранения энергии. Химик Пастер сделал переворот в медицине, в биологии перевороты произвели люди, имевшие столь разнообразные дипломы как теология (Ч. Дарвин) и математика (Г. Мендель)...

Даже наиболее выдающийся ученый, даже самый творческий ум не является творцом во всех разрядах своего мировоззрения, и в значитель-

ной его части «меж детей ничтожных мира может всех ничтожней он» [там же, с.41].

«Приоритет математики. Целый ряд выдающихся умов выдвигал примат математики среди наук. Кант утверждал, что в каждой отрасли знания может быть признана подлинно научной только та часть, которая достигла математического уровня... Степень внедрения вычислительных средств в известной мере рассматривается как характеристика прогресса той или иной области. И тут уместно поставить вопрос: является ли интенсивное применение развитого математического аппарата необходимым и достаточным условием для того, чтобы разбираемую область знания признать подлинно научной? На этот вопрос можно ответить примерами. В органической химии существует теория строения молекул (стереохимия), поражающая исключительной стройностью и последовательностью. Исходя из очень небольшого числа постулатов, строят структурные формулы всех возможных веществ определенного характера, и множество наблюдаемых веществ хорошо соответствует множеству предвиденных. Метод стереохимических моделей сыграл большую роль при открытии химической структуры ДНК. Неужели такую теорию мы должны отнести к низшему разряду научных теорий только потому, что там нет математики?

Другой пример – из филологии. Расшифровку клинописей, начатую Гротендумом или иероглифов (Шампольон) можно отнести к величайшим достижениям человеческого разума, хотя там никакой математики не применялось...

Широчайшее применение математики решительно во всех областях человеческого знания безусловно служит прогрессу науки. Надо, однако, помнить, что само по себе применение математики вовсе не гарантия высоты или безупречности исследования...» [396, с.43].

«Авторитет точных наук. Предположим, решением какого-либо вопроса занимаются представители разных наук: с одной стороны, точных: физики, химии, с другой — тех, которые часто презрительно называют «описательными»: геология, биология и прочих. Если происходит значительное расхождение в выводах, то обычно считают, что можно принять вывод представителей точных наук, а вывод других наук отвести по недостаточной компетентности представителей. Самым блестящим примером, показывающим неверность такого подхода, является история спора о возрасте Земли, связанного с проблемой эволюции жизни. В свое время известный физик Кельвин (Томсон) заметил, что поскольку Солнце испускает энергию, то оно не могло существовать вечно. Исходя из количества энергии, теряемого Солнцем ежегодно, и из известных ему химических способов получения тепла, Кельвин определил, что Земля не может существовать больше, чем несколько сот миллионов лет. Это был гораздо меньший отрезок времени, чем тот, который требовался геологам для объяснения эволюции Земли; но победу одержал авторитет физиков. Они ошибались, ибо не учли (и не могли учесть) неизвестных им источников солнечной энергии (термоядерной реакции), которых хватает на миллиарды лет» [там же, с.43-44].

И до этой статьи автор, конечно, знал, что любимым девизом Маркса было «Подвергай все сомнению (De omnibus dubitandum)» [9, с.492], знал, что им нужно руководствоваться, но, так сказать, сомневался в меру. Например, наивно полагая, что авторитетные ученые озабочены главным образом поиском истины, и, хотя могут ошибаться и заблуждаться, но уж о фактах сообщают достоверные сведения. После осмысления статьи Любищева автор пришел к выводу, что в ответственном исследовании нельзя верить никому¹.

В частности, автор заключил, что не следует полностью доверять ни сочинениям по истории науки, ни изложению старых теорий современными авторами. Следует, по мере возможности проверять все принципиальные положения по первоисточникам. Кстати, в «Рассуждении о методе» Декарт высказал мнение, что многие странности, приписываемые древним философам, сочинения которых не дошли до нас, обусловлены неточной передачей их мыслей. Он также просил потомков «никогда не верить тому, что мне приписывают, и считать моим только то, что я обнародовал сам» [225, с.311]. И еще о работе с источниками. От Б. В. Новикова автор услышал, что в переводах с немецкого сочинений Маркса и Энгельса есть серьезные неточности. Поэтому впоследствии принципиальные положения Энгельса, Маркса, Клаузиуса по возможности сверял текстами на немецком языке. О некоторых результатах такой сверки сообщалось в предыдущей главе.

Прочитав и осмыслив статью А. А. Любищева, автор осознал, что в науке в течение десятилетий могут существовать никем не замечаемые ложные положения, что из-за стремительного движения вперед наука может оставлять в глубоком тылу, так сказать, мощные мины замедленного действия.

Затем обнаружил, что классики науки не зря называются таковыми. В работах классиков физики различные вопросы излагаются гораздо более основательно, чем у современных авторов. Кроме того классики физики — основоположники теорий относились к истине очень ответственно и предупреждали читателя обо всех допущениях и упрощениях, сделанных ими при создании той или иной теории.

В ряде случаев поиски сочинения, в котором было доказано какое-то важное положение классической теории, заканчивались ничем. Выяснялось, что это положение было принято как очевидное, хотя тако-

¹ А. И. Герцен писал: «Собрание материалов, разбор, изучение их чрезвычайно важны; но масса сведений, не пережеванных мыслью, не удовлетворяют разуму. Факты и сведения представляют необходимые документы производимого следствия, — но суд и приговор впереди; он оснётся на документах, но произнесет свое» [202, с.230]. Критикуя какую-либо теорию, теоретик должен действовать как суд (судья): рассмотреть все факты и теоретические воззрения, относящиеся к предмету теории, и сделать выводы по результатам собственного «расследования».

вым не являлось, а затем — в силу этой «очевидности» и авторитета классика сохранялось без обоснования (см. гл. 6 и 7).

И еще, каждый автор, излагающий систематически ту или иную теорию (науку), стремится избежать противоречий. И если изучать науку по какому-то курсу, как это обычно делает подавляющее большинство студентов и аспирантов, можно прийти к заключению об абсолютном совершенстве этой науки. А если прочитать несколько десятков работ (курсов), то можно обнаружить противоречия.

Разумеется, более объективным будет то представление о состоянии науки, которое получено на основе изучения множества источников. Подобным образом объективное представление о состоянии какого-либо множества изделий техники можно получить при изучении не одного, а многих образцов. Поэтому, если автор далее цитирует по какому-либо вопросу много источников, то не для того, чтобы блеснуть эрудицией, а потому, что действительно изучение всех их дало автору основания сделать тот или иной вывод с той или иной степенью уверенности.

Глава четвертая

Использование метода восхождения от абстрактного к конкретному при построении имитационной модели химического источника тока

Предварительные замечания

В задачах разработки и оптимизации сложных объектов необходимым моментом является использование имитационных моделей, отражающих во взаимосвязи те или иные стороны, свойства объектов. Создание имитационной модели какого-либо объекта включает ряд этапов, наиболее сложным из которых является этап формулирования, построения модели.

«При решении реальных системных проблем одним из наиболее важных и сложных этапов является выбор и построение модели» [250, с.81].

О построении модели часто пишут как об искусстве.

«Через всю книгу проходит мысль о том, что планирование эксперимента становится возможным только после того, как задана математическая модель изучаемого процесса. Изложение материала в книге все время опирается на те или иные модели. Но мы почти ничего не говорим о том, как выбрать подходящую модель в некоторой реальной ситуации. Почему? Ответ на этот вопрос звучит очень просто: *построение математических моделей — это искусство, планирование — это главным образом уже техника*. Легче говорить о технике...» [439, с.120].

«Процесс, при помощи которого инженер, занимающийся системами, или ученый, исследующий вопросы управления, создает модель изучаемой им системы, может быть лучше всего определен как интуитивное искусство. Любой набор правил для разработки моделей в лучшем случае имеет ограниченную полезность и может служить лишь предположительно в качестве каркаса будущей модели или отправного пункта в ее построении» [634, с.33].

Построение имитационной модели изготавливаемого технического объекта с заданными параметрами можно в значительной мере формализовать, используя метод восхождения от абстрактного к конкретному. В свое время автор применил этот метод для построения модели дискового химического источника тока (ХИТ) системы литий – диоксид марганца (Li-MnO_2 -ХИТ). Краткое изложение применения этого метода автором может служить наглядным примером, демонстрирующим метод восхождения от абстрактного к конкретному в действии применительно к техническому объекту.

Особенности ХИТ системы литий – диоксид марганца как моделируемого объекта

В Li–MnO₂–ХИТ в качестве анода применяется металлический литий, катод на основе диоксида марганца и электролит на основе апротонного диполярного растворителя. Такой ХИТ является довольно сложным объектом для изучения и оптимизации (см. [314]). Металлический литий способен реагировать едва ли не со всеми сложными веществами. В среде неводного апротонного растворителя на поверхности лития образуется защитная пленка, свойства которой зависят не только от состава электролита, но и от предыстории образца – от того, как он был приготовлен, с какой атмосферой и сколько времени он контактировал до погружения в электролит. Диоксид марганца является нестехиометрическим соединением, свойства которого зависят от исходного сырья, способа получения и обработки. Катод в ХИТ – пористый, в его составе кроме активного вещества имеются токопроводящие добавки и связующее. Свойства катода тоже в значительной степени зависят от режимов его изготовления и обработки. Растворитель оказывает заметное влияние на процессы, протекающие в литиевых ХИТ. В то время, когда автор начал заниматься этими ХИТ, процессы, протекающие в них, были изучены далеко не до конца.

Приступая к исследованию, целью которого было разработка рекомендаций по повышению качества и надежности указанных ХИТ, автор был знаком с идеей и методами управления качеством продукции, статистическими методами обработки результатов эксперимента, математическими методами планирования эксперимента, статистическими методами контроля качества продукции, имитационным моделированием, теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Поскольку конечной целью исследования было улучшение параметров ХИТ, выпускавшихся на заводе, можно было бы проводить оптимизацию, варьируя какие-то параметры конструкции ХИТ и технологии их производства, рассматривая ХИТ как «черный ящик», как предписывает методология математического планирования эксперимента.

Но такой подход представлялся нерациональным. Во-первых, имелось огромное множество параметров, которые можно было варьировать. Можно было изменять состав катода – количественный и качественный; можно было варьировать структуру катода, режимы обработки компонентов катода и самого катода, в известных пределах можно было изменять параметры конструкции. Во-вторых, нерационально было бы представлять ХИТ как «черный ящик», не используя литературные данные по химии и электрохимии системы Li–MnO₂ с неводным электролитом. В-третьих, следовало бы также учитывать данные испытаний серийных ХИТ и результаты анализа причин их отказов в процессе производства, хранения, эксплуатации. В-четвертых, если проводить какие-то исследо-

вания, то нужно было учитывать их практическую направленность — не изучать годами какой-то один процесс, чтобы разобраться в нем досконально (как это делается в чисто научных исследованиях), а изучать ряд процессов в той мере, в которой это нужно для выработки обоснованных рекомендаций по усовершенствованию технологии и конструкции ХИТ.

Чтобы определить наиболее перспективные для заданных условий производства пути усовершенствования ХИТ, представлялось целесообразным проанализировать, от каких факторов в общем случае в наибольшей степени зависят параметры ХИТ, используя известные сведения о ХИТ и их составляющих.

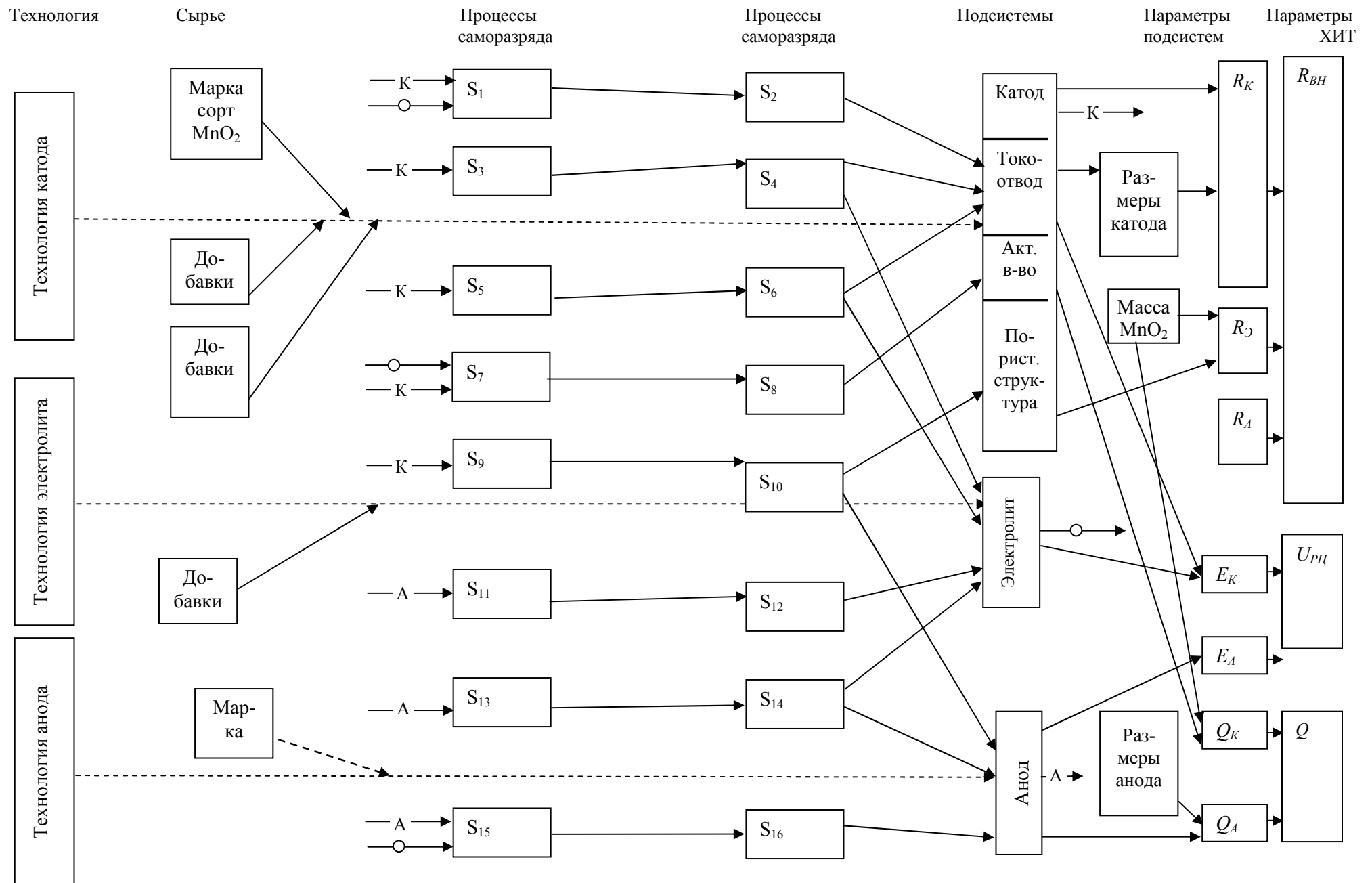
Для представления взаимосвязи факторов в задачах управления качеством продукции используется диаграмма взаимосвязи характерных факторов (диаграмма Исикава, «рыбья кость») [522], имеющая вид древовидного графа. При построении этой диаграммы анализируют, от каких факторов зависит некий параметр объекта, изображают эти факторы на диаграмме, затем показывают, от каких факторов, в свою очередь, зависит каждый из «первичных» факторов. И т.д.

Попытавшись построить такую диаграмму для Li-MnO_2 -ХИТ, автор столкнулся с серьезными трудностями. Дело в том, что указанная диаграмма строится для одного параметра качества изделия. А ХИТ характеризовался четырьмя основными параметрами: напряжением разомкнутой цепи (U_{PII}) — тем, что в электротехнике называется ЭДС, внутренним сопротивлением (R_{BH}), емкостью Q и саморазрядом S . Построив четыре диаграммы — для U_{PII} , R_{BH} , Q и S — автор обнаружил, что ряд факторов, например, марка MnO_2 , присутствуют во всех диаграммах. Соответственно, изменяя марку MnO_2 , намереваясь повысить емкость ХИТ, нужно было иметь в виду то, что при этом менялось внутреннее сопротивление и саморазряд ХИТ. Эти взаимосвязи нужно было как-то отразить на диаграммах, т.е. строить какую-то объединенную диаграмму, которая получалась громоздкой и трудной для осмысления.

Случилось так, что в то самое время, когда автор размышлял над указанными диаграммами, он — в свободное время — довольно случайно начал читать работу Карла Маркса «Введение» из «Экономических рукописей 1857 — 1858 годов» [6]. Вдруг в разделе «Метод политической экономии» обнаружил описание подхода, который можно было применить и для выяснения взаимосвязи параметров ХИТ, а именно — метода восхождения от абстрактного к конкретному (см. гл. 3).

Построение модели

Основываясь на Марксовом описании, автор построил графическую модель, отображающую зависимость параметров Li-MnO_2 -ХИТ от параметров конструкции, материалов, технологических процессов, которая в упрощенном виде представлена на рисунке (с.184-185). По рисунку (двигаясь справа налево) можно проследить процесс построения модели.

Модель взаимозависимости параметров Li – MnO_2 – ХИТ

Наиболее абстрактное (бедное содержанием) представление о дисковом ХИТ следующее. ХИТ – это такой диск заданных диаметра и высоты, который характеризуется определенными значениями параметров U_{PI} , R_{BH} , Q . Важный параметр ХИТ «саморазряд» в модели отражается неявно – имеется в виду, что вследствие протекания нежелательных процессов параметры U_{PI} , R_{BH} , Q изменяются во времени самопроизвольно (без подключения нагрузки). Разумеется, параметры изменяются в процессе разряда ХИТ. Такое абстрактное представление о ХИТ вполне достаточно для того, кто использует ХИТ данного типа.

Чтобы обеспечить требуемые значения параметров ХИТ в определенных условиях в течение определенного времени, разработчик должен определить, от чего эти параметры зависят и каким образом на них можно влиять. Исходя из заданных параметров, разработчик анализирует и одновременно объединяет результаты анализа (синтезирует) в единое целое, получая более конкретное представление о ХИТ. Этот анализ с последующим синтезом можно и нужно проводить в несколько этапов, получая все более конкретные модели ХИТ, развивая, обогащая содержанием на каждом новом этапе более абстрактную модель, полученную на предыдущем.

В Li–MnO₂–ХИТ можно выделить четыре составляющие части (подсистемы), от параметров которых зависят параметры ХИТ. Это катод, анод, электролит, корпус. Корпус выделяется постольку, поскольку он (его материал) может вступать в химическое (электрохимическое) взаимодействие с катодом и электролитом. Поскольку катодный материал представляет собой пористую смесь, в нем можно выделить четыре составляющие (подсистемы): активное вещество, токопроводящая добавка, связующее, пористая структура.

Существуют известные зависимости, связывающие параметры ХИТ с параметрами частей ХИТ.

U_{PI} равно разности потенциалов катода E_K и анода E_A :

$$U_{PI} = E_K - E_A.$$

R_{BH} равно сумме сопротивлений катода R_K , анода R_A , электролита $R_Э$:

$$R_{BH} = R_K + R_A + R_Э.$$

Емкость Q определяется емкостью катода Q_K или анода Q_A .

В свою очередь, параметры частей ХИТ (подсистем) определяются составом и физико-химическими свойствами компонентов подсистем.

Таким образом, разбив U_{PI} , R_{BH} , Q на слагаемые (т.е. выполнив шаг в анализе параметров), и отобразив эти слагаемые на диаграмме вместе с параметрами, т.е. синтезировав эти слагаемые в единое целое, получаем более конкретное представление о ХИТ.

Отобразив, от параметров каких подсистем ХИТ зависят слагаемые параметров ХИТ, вместе с параметрами ХИТ и параметрами подсистем ХИТ, получаем еще более конкретное представление о ХИТ.

Начальные параметры компонентов катода, анода, электролита определяются применяемыми исходными материалами и параметрами технологии производства. Эти связи тоже находят отражение на диаграмме.

Различные вещества, входящие в состав электролита, могут вступать в химическое взаимодействие с веществами анода и катода, вследствие чего будут происходить изменения химического состава анода, катода, электролита, вызывая изменения параметров катода, анода, электролита. Кроме того, продукты реакций могут вступать в другие реакции, что может приводить к развитию процессов ухудшения параметров катода, анода, электролита. Эти процессы тоже отражаются на диаграмме ($S_1 - S_N$). В число процессов также включается разряд ХИТ, который состоит из процессов, протекающих на катоде, аноде и в электролите. Диаграмма, в которую включены процессы, будет конкретным представлением ХИТ, параметры которого изменяются во времени.

Перефразируя Маркса, восхождение от абстрактного к конкретному применительно к ХИТ можно описать следующим образом. Когда мы приступаем к разработке ХИТ, мы начинаем из необходимости обеспечить заданные параметры ХИТ — $U_{пл}$, $R_{вн}$, Q . Но мы не можем обеспечить эти параметры, не обеспечив параметры частей ХИТ — E_K , E_A , R_K , R_A , $R_э$, Q_K , Q_A . Чтобы обеспечить параметры частей ХИТ, мы должны создать катод, анод, электролит с необходимыми свойствами, которые в начальном состоянии определяются применяемым сырьем, используемой технологией, и могут изменяться во времени из-за протекания процессов взаимодействия веществ, которые оказываются внутри ХИТ после его сборки и герметизации. После того, как в модель включены сырье и технология изготовления ХИТ, можно говорить, что она с достаточной полнотой отражает необходимые связи ХИТ.

Обсуждение модели

В свое время автор построил диаграмму Li-MnO_2 -ХИТ, подобную представленной на рисунке, которая позволила ясно представлять, к каким последствиям могут приводить те или иные изменения в применяемых материалах и технологии их обработки и предварительно оценивать перспективность тех или иных усовершенствований.

Первое, что можно заметить, это то, что из-за возможного протекания побочных процессов параметры катода и анода взаимосвязаны; изменения технологии изготовления катода может влиять на параметры анода.

На основе анализа диаграммы можно заключить, что активное вещество катода, MnO_2 , способно вызывать наибольшее число побочных процессов. А так как его свойства существенно влияют на емкость и мощность ХИТ, то можно заключить, что важнейшим направлением усовершенствования Li-MnO_2 -ХИТ является усовершенствование технологии получения активного вещества катода — диоксида марганца.

Опыты подтвердили справедливость такой оценки значения усовершенствования технологии приготовления активного вещества катода.

Поскольку побочные процессы вызываются веществами, находящимися в исходном составе электролита или попадающими в электролит при хранении (разряде) ХИТ, то перспективным представляется поиск адсорбентов, поглощающих эти вещества из раствора.

В свое время, решая задачу усовершенствования ХИТ на начальном этапе их производства, автор ограничился качественным анализом полученной диаграммы. Разумеется, в тех случаях, когда количество возможных побочных процессов в ХИТ существенно ниже, используя описанную диаграмму, можно разрабатывать и математические модели, описывающие рассеяние параметров ХИТ, их изменение во времени.

Разумеется, любая составляющая ХИТ – катод, анод, электролит – может быть описана с разной степенью абстракции; с разной степенью абстракции могут быть описаны процессы, протекающие в ХИТ. Можно, например, записать уравнения, связывающие потенциал катода с составом активного вещества катода и электролита. Вместо выражения «взаимодействие активного вещества анода с растворителем», можно записать уравнения соответствующих химических реакций. Таким образом, получится еще более конкретное представление о ХИТ. Имея математические уравнения, используя приведенную диаграмму, можно строить все более сложные математические модели ХИТ.

Маркс писал: «Гегель... впал в иллюзию, понимая реальное как результат себя в себе синтезирующего, в себя углубляющегося и из самого себя развивающегося мышления, между тем как метод восхождения от абстрактного к конкретному есть лишь тот способ, при помощи которого мышление усваивает себе конкретное, воспроизводит его как духовно конкретное. Однако это ни в коем случае не есть процесс возникновения самого конкретного» [6, 37–38]. Это наглядно подтверждает применение восхождения от абстрактного к конкретному для построения модели ХИТ, когда мышление воспроизводит конкретный ХИТ как духовно конкретное.

Данный пример восхождения от абстрактного к конкретному наглядно демонстрирует, что «...абстрактность – категория не только идеального, а и материального мира» [241, с.65]. Любая часть ХИТ вне взаимодействия с другими частями – абстракция.

И, наконец, то обстоятельство, что метод, примененный Марксом в политэкономии, применим для исследования конкретных объектов техники, лишней раз подтверждает универсальность диалектико-материалистического метода познания.

Глава пятая

Анализ парадокса Гиббса

Предварительные замечания

Парадокс Гиббса (см. например [101, 200, 201, 316, 610]) возникает при теоретическом рассмотрении вопроса об изменении энтропии при смешении двух идеальных газов. Его обсуждение в литературе продолжается более 100 лет. История поиска объяснений этого парадокса подробно описана в монографии С. Д. Хайтуна «История парадокса Гиббса» [610]. В предисловии к этой монографии хорошо описано, насколько интересной проблемой является этот парадокс:

«В науке особую роль играют так называемые великие задачи. Различаясь по своему содержанию, они имеют общие черты: их ставят, как правило, выдающиеся ученые; формулировка такой задачи, как правило, проста; все они длительное время не поддаются решению, привлекая внимание самых первоклассных ученых. И чем дольше задача не имеет решения, тем вернее с ее решением связана ломка целого пласта научных представлений, тем важнее оказывается в конечном счете ее решение для развития науки.

Задача, вошедшая в физику под названием «парадокс Гиббса», по всем своим параметрам является великой задачей. Она была поставлена выдающимся физиком, одним из создателей современной статистической механики Джозайя Виллардом Гиббсом в работе «О равновесии гетерогенных веществ», опубликованной частями в 1876–1879 гг. ...

Парадокс Гиббса по сей день не имеет общепринятого решения, хотя им занимались такие известные ученые, как сам Дж. Гиббс, А. Пуанкаре, Г. Лоренц, Я. Ван-дер-Ваальс, В. Нернст, М. Планк, Э. Ферми, А. Эйнштейн, Дж. фон Нейман, Э. Шредингер, И. Е. Тамм, П. В. Бриджмен, Л. Бриллюэн, А. Ланде и др., среди которых девять нобелевских лауреатов¹.

Принадлежа, таким образом, к числу великих задач науки, парадокс Гиббса, по-видимому, является одной из самых загадочных из них. В самом деле, если спросить современного физика о парадоксе Гиббса, то он почти наверняка скажет, что такой задачи для физики не существует, что парадокс Гиббса давным-давно решен. И он будет по-своему прав. Все физики когда-то изучали физику по учебникам. Парадокс Гиббса излагается во многих курсах термодинамики и статистической физики. Но всегда он излагается в них как решенный, нам не встретилось ни одного

¹ К этому перечню известных ученых следует добавить имя советского философа академика АН СССР Б. М. Кедрова, который в 1935 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «О парадоксе Гиббса» [316, с.264-268, с.282], а в 1969 г. выпустил монографию [316] — одну из немногих в мировой литературе, посвященных парадоксу Гиббса.

курса физики, в котором парадокс Гиббса давался бы как физическая проблема, не имеющая пока решения. В одних учебниках приводятся давно известные решения парадокса Гиббса, в других – оригинальное решение парадокса автором данного учебника. Однако, странное дело, если мы сравним решения парадокса Гиббса, приводящиеся в разных учебниках, то увидим, что общепринятого решения нет, в разных учебниках зачастую даются разные решения парадокса Гиббса.

Понятно, что учебники только отражают общую ситуацию, сложившуюся в науке. *На сегодняшний день насчитывается около пятидесяти различных оригинальных решений парадокса Гиббса и целый ряд его неоригинальных трактовок.* Причем каждый анализирующий парадокс Гиббса ученый почему-то считает своим долгом «закрыть» парадокс, полагая именно изложенное им решение окончательным. Однако появление все новых и новых решений парадокса, в том числе и в самые последние годы, говорит об отсутствии общепринятого решения» [610, с.3-4] ¹.

С. Д. Хайтун делает обоснованное заключение:

«Таким образом, помимо физического парадокса Гиббса, существует историко-научный парадокс парадокса Гиббса. Непонятно, во-первых, почему эта, казалось бы периферийная, физическая задача привлекает постоянное внимание самых выдающихся умов. Непонятно, во-вторых, почему такая, казалось бы, простая задача вот уже более ста лет не имеет общепринятого решения. И непонятно, в-третьих, почему парадокс Гиббса, в отношении которого существует необычайно широкий спектр мнений, вновь и вновь объявляется «закрытым», хотя разные ученые и «закрывают» его на разных основаниях. Парадоксальная история парадокса Гиббса нуждается в объяснении не меньше, чем сам парадокс» [610, с.4].

К названным С. Д. Хайтуном «непонятностям» можно добавить еще одну, сформулированную различными авторами по-разному: «для самого Гиббса парадокса не существовало вообще» [316, с.58]; «Гиббс не заметил «парадокса Гиббса» [159, с.70]. Во всяком случае, в работе «О равновесии гетерогенных веществ» [206, с. 61-349], в которой, если верить многочисленным авторам, содержится формулировка парадокса, в разделе «Соображения относительно возрастания энтропии при диффузионном смешивании газов» [там же, с.167–169], «полностью отсутствует указание на неясность или парадоксальность ситуации» [159, с.70], а результаты, полученные при этом, почти четверть века спустя Гиббс использует «для разъяснения» одного положения относительно аддитивной постоянной энтропии (см. [206, с.503]).

¹ После выхода в свет монографии [610] были опубликованы работы, в которых предложены новые решения [120, 625], или повторены старые [219], однако и сегодня, на наш взгляд, остается справедливым вывод С. Д. Хайтуна об отсутствии общепринятого решения этого парадокса.

С. Д. Хайтун делает совершенно правильный вывод:

«Парадоксальная история парадокса Гиббса нуждается в объяснении не меньше, чем сам парадокс.

Очевидно, что в сложившейся ситуации решение физического парадокса Гиббса оказывается тесно связанным с решением историко-научного парадокса парадокса Гиббса. В самом деле, если сейчас сформулировать «окончательное решение» парадокса Гиббса (а может быть, оно уже было сформулировано?), то никто «просто так» не поверит, что именно это решение и есть истинное. Это верное решение затеряется (а может быть, уже затерялось?) среди многих других решений парадокса. Сейчас существует один выход: решение утвердит себя как истинное решение парадокса Гиббса только тогда, когда оно даст ключ к упорядочению всех остальных решений и объяснит все парадоксальные особенности истории парадокса Гиббса, когда, таким образом, это решение продемонстрирует свои историко-научные преимущества перед остальными. *Анализ физического парадокса Гиббса должен сегодня быть и историко-научным»* [610, с.4-5].

Этот анализ С. Д. Хайтун произвел следующим образом. Он разбил парадокс Гиббса на три вопроса [610, с.24], представил историю этого парадокса как историю поисков ответов на эти вопросы, выделяя в этой истории этап термодинамический, классический статистический, квантовостатистический, информационный, операциональный. Наконец, он предложил свое решение парадокса — на основе операционального подхода, и в заключении книги высказал мнение, что «именно операциональное решение парадокса Гиббса в отличие от всех существующих его решений является тем истинным решением, выявить которое было одной из основных задач настоящего исследования» [610, с.154]. Однако, насколько можно судить по публикациям [103, 120, 625, 219], решение парадокса Гиббса, данное С. Д. Хайтуном, не получило признания в качестве истинного.

Думается, неудача С. Д.Хайтуна обусловлена тем, что он не сделал должных выводов из истории парадокса Гиббса. Похоже, к решению данной проблемы С. Д.Хайтун приступал, подобно другим авторам, будучи уверенным в том, что решение парадокса Гиббса существует и что оно единственно.

Но на чем основывалась такая уверенность? Ведь существование единственного решения парадокса Гиббса не очевидно и никем не было доказано. Если учесть те обстоятельства, что проблема длительное время не имела общепринятого решения и что различные ученые «закрывали» парадокс на разных основаниях, то более обоснованным является предположение, что проблема, именуемая парадоксом Гиббса, имеет множество решений, является недостаточно определенной. Можно также предположить, что различные авторы, стремясь найти единственное истинное решения, незаметно для себя доопределяли

задачу, неосознанно принимая какие-то дополнительные условия, по их мнению, совершенно «естественные», «само собой разумеющиеся», а затем решали доопределенную задачу. А так как эти дополнительные условия у различных авторов были различными, то и решения получались тоже различными.

В пользу таких предположений можно привести следующие аргументы.

Во-первых, для объяснения парадокса, возникшего первоначально в рамках классической термодинамики (термодинамики обратимых процессов, которую еще называют термостатикой), парадокса, который, по мнению Ван-дер-Ваальса и Констамма, «необъясним с термостатической точки зрения» [156, с.200-201], привлекали представления статистической термодинамики, квантовой механики, теории информации, операциональные [610], философские (переход количества в качество) [316].

Во-вторых, в работах, посвященных парадоксу Гиббса, часто сообщается, что другие авторы не только неверно решают, но и неверно понимают, ошибочно формулируют данный парадокс (см. например [101, с.169-170; 103; 201, с.30-33; 610, с.48-49, с.65]).

А если «для самого Гиббса парадокса не существовало вообще», то, возможно, он учитывал в своих рассуждениях какое-то существенное обстоятельство, которое затем никем не принималось во внимание, из-за чего задача стала неопределенной.

Таким образом, если действительно сделать выводы из истории парадокса Гиббса, то прежде чем начинать поиск решения этой проблемы, ее следует проанализировать и точно сформулировать.

Предварительный анализ парадокса Гиббса

Приступая к анализу парадокса Гиббса, следует иметь некоторое представление о парадоксах вообще и о путях их разрешения.

«Что понимают вообще под физическим парадоксом? Это такой вывод из теории, такое следствие из нее, которое представляется противоречащим другому выводу, либо общепринятым представлениям, либо физическому смыслу явления» [201, с.11].

«Парадокс... — неожиданное, необычное, странное высказывание, резко расходящееся, по видимости или действительно, не согласующееся с общепринятым мнением, с господствующим убеждением или даже со здравым смыслом, хотя формально-логически оно правильно; рассуждение, приводящее к взаимоисключающим результатам, которые в равной мере доказуемы и которые нельзя отнести ни к числу истинных, ни к числу ложных, что в логике также называется антиномией (см.); логическое противоречие, из которого как будто бы невозможно найти выход» [338, с.431].

Разумеется, действия по отношению к парадоксам должны определяться родом их парадоксальности. Если есть вывод из теории, который противоречит другому выводу из той же теории, то следует проверить рассуждения – нет ли в них логических ошибок? А если «парадокс является истинным утверждением» [101, с.70], то такое утверждение не нуждается в доказательстве, даже если «хочется сказать, что этого не может быть» [там же]. Понятно, что, прежде чем начинать поиск решения (объяснения) парадокса Гиббса, необходимо определить род его парадоксальности.

Поскольку в случае парадокса Гиббса споры велись и по поводу того, как правильно его формулировать, можно предположить, что в литературе обсуждалось несколько формулировок данного парадокса. Разумеется, до проведения какого-то анализа проблемы нельзя утверждать, что одна формулировка является правильной, а другая нет. Соответственно, первым этапом анализа данного парадокса должен быть анализ литературы, выявление его различных формулировок и определение того, в чем должно заключаться решение парадокса в той или иной формулировке.

В предисловии к монографии С. Д. Хайтуна сказано:

«Парадокс Гиббса прост по формулировке. Он возникает при рассмотрении смешения идеальных газов: энтропия (обозначаемая буквой S – В.И.) смеси разных идеальных газов больше суммы энтропий этих же газов до смешения на величину

$$\Delta S = kMn^2 \quad (1)$$

(N – число молекул в смеси, k – постоянная Больцмана). Эта величина, называемая энтропией смешения, не зависит от рода газов, и поэтому, если брать все более подобные газы, энтропия системы увеличивается на ту же величину (1). В пределе при смешении одинаковых газов равным счетом ничего не происходит, в частности, не должна возрастать и энтропия системы. Таким образом, два верных рассуждения приводят к противоположным выводам: с одной стороны, энтропия смешения одинаковых газов равна величине (1), с другой – энтропия смешения таких газов равна нулю. Эта ситуация действительно парадоксальна» [610, с.3].

Суть парадокса в этой формулировке заключается в том, что имеется противоречие между результатами двух рассуждений о величине энтропии смешения одинаковых газов. Такая же формулировка парадокса Гиббса приводится в книгах М. Планка, А. Зоммерфельда, Г. Я. Ван-дер-Ваальса и Констамма, Б. М. Кедрова, Д. В. Сивухина (см. [479, с.237, 266, с.107, 156, с.200–201, 316, с.176, 530, с.138])¹.

Так, согласно А. Зоммерфельду энтропия смешения «зависит от числа молекул, но не зависит от их свойств. Отсюда вытекает парадокс Гиббса: если перейти к предельному случаю смеси тождествен-

¹ Поэтому нельзя, на наш взгляд, без должного обоснования называть данную формулировку неправильной, как это сделано в статье [103].

ных молекул, то формула (13.8) не меняется. Это нелепо, так как при удалении перегородки между газами, состоящими из совершенно одинаковых молекул, не может быть и речи ни о каком процессе диффузии» [266, с.107].

Поскольку возрастание энтропии при смешении двух идеальных газов разных объемов, взятых при равных давлениях и температурах, не зависит от рода газов, то, пишут **Ван-дер-Ваальс и Констамм**, «следовало бы допустить, что расчет окажется правильным также и в случае введения одного и того же газа в оба объема. Однако если соединить оба сосуда, то по крайней мере с макроструктурной точки зрения ничего не произойдет, и поэтому трудно понять, каким образом могла бы благодаря этому увеличиться макроструктурно определяемая энтропия. Это затруднение называют парадоксом Гиббса (впервые его открывшего)» [156, с.200].

В курсе **Ван-дер-Ваальса и Констамма** имеется и другая формулировка парадокса Гиббса. Используя принцип аддитивности энтропии, авторы получают выражение для энтропии смеси, которое затем обсуждают в параграфе «Парадокс Гиббса» [156, с.198–201]. В частности, они специально рассматривают логарифмический член найденной формулы $-MR\{(1-x)\ln(1-x) + x\ln x\}$, где M – масса смеси, R – газовая постоянная.

Так как этот член не зависит от природы смеси и ее компонентов, то, полагают авторы, можно ожидать, что он останется неизменным, если смесь состоит из тождественных компонентов. Затем они вычисляют энтропию системы, содержащей M_1 , $M_1(1-x)$, M_1x граммов газа, и получают, что сумма энтропий двух последних количеств газа ($M_1(1-x)$ и M_1x) отличается от энтропии M_1 граммов газа на величину логарифмического члена.

Таким образом, согласно этой формулировке суть парадокса Гиббса – в противоречии между результатами двух рассуждений о значении энтропии чистого (однородного) газа.

Совершенно по-другому парадокс Гиббса формулируется, например, в работах [98, 101, 120, 201, 158, 218, 219, 625]. Рассматривая смешение двух различных идеальных газов равных объемов, разделенных перегородкой и имеющих равные начальные температуры и давления, получают, что после удаления перегородки энтропия увеличивается на величину ΔS , равную $2kN\ln 2$ либо $2Rn\ln 2$, где N – число атомов каждого газа, k – постоянная Больцмана, n – число молей каждого газа, R – универсальная газовая постоянная.

Смешение двух масс одного и того же газа не меняет термодинамического состояния системы и не вызывает изменения энтропии.

«Таким образом, создается впечатление, что, сколь бы ни были близки два чем-то различающихся газа, при их смешивании энтропия увеличивается на одну и ту же величину $2kN\ln 2$, в то время как для абсолютно

одинаковых газов увеличение энтропии отсутствует. В этом скачке поведения энтропии при переходе от близких по свойствам газов (но чем-то отличающихся) к газам абсолютно одинаковым и состоит суть парадокса Гиббса» [201, с.27-28].

Здесь противоречия нет. Здесь суть парадокса Гиббса – в необычном поведении величины энтропии смешения (скачке) при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов¹. Заметим, что, насколько автор может судить, последние полвека парадокс Гиббса обсуждается именно в этой формулировке.

Согласно [316, с.264] подобными парадоксальными свойствами обладает логарифмический член L_x , входящий в выражение для энтропии бинарной смеси идеальных газов: L_x не зависит от свойств газов и скачком обращается в нуль, если смешаны тождественные газы.

В литературе встречаются и другие формулировки парадокса Гиббса (см. [218, 219, 316, 376, с.184-187, 390, с.104-106]). В отличие от названных, в курсах [376, 390] парадокс Гиббса формулируется в отношении не энтропии, а термодинамической функции, которая раньше называлась свободной энергией. В работах [218; 219; 316, с.121-150] парадокс Гиббса формулируется в рамках статистической термодинамики. Эти формулировки мы обсудим ниже.

Отметим, что существование множества формулировок парадокса Гиббса практически никем из известных нам авторов не только не обсуждается, но и не отмечается. Кажется, единственным автором, который пишет о существовании парадоксов Гиббса первого и второго рода является В. Б. Губин (см. например [218, 219]). На наш взгляд, это свидетельствует о недостаточно внимательном отношении различных авторов не только к анализу, но и к истории этого парадокса.

Обсуждение различных формулировок парадокса Гиббса

Проведенный анализ литературы позволяет выделить два рода формулировок парадокса Гиббса.

В формулировках первого рода речь идет о том, что возникают противоречия между результатами двух способов определения (вычисления) величины энтропии идеального газа (непосредственного и по сумме энтропий частей) либо противоречие между двумя заключениями о величине возрастания энтропии при смешении тождественных идеальных газов.

¹ Эта формулировка обсуждается на протяжении всей монографии [610], хотя в предисловии автор дал парадокс в совершенно другой формулировке, которая приводилась выше.

В формулировках второго рода речь идет о необычном поведении (скачке) энтропии смешения либо некоего члена в формуле для энтропии смеси при переходе от различных газов к тождественным.

Обратим внимание на то, что во всех рассмотренных формулировках парадокс Гиббса возникает не при сопоставлении теории и фактов, а в ходе определенных рассуждений и формулируется в рамках классической термодинамики.

Согласно законам формальной логики причинами парадокса в формулировках первого рода могут быть либо ошибки в рассуждениях, либо невозможность в рамках классической термодинамики однозначно определить величину изменения энтропии при смешении двух тождественных идеальных газов или величину энтропии чистого идеального газа.

Чтобы решить проблему в этих формулировках, необходимо установить причины появления противоречий, для чего нужно, исходя из положений классической термодинамики, воспроизвести и проанализировать рассуждения, в которых находят энтропию идеального газа, энтропию смеси и величину изменения энтропии при смешении газов, четко фиксируя возникающие при этом неясности и неопределенности.

Приступая к рассмотрению формулировок второго рода, в которых речь идет о скачках величин ΔS и L_x , прежде всего зададим вопрос: почему считается парадоксальным то, что некоторая функция — энтропия смешения ΔS — (или L_x , как в формулировке Б. М. Кедрова) в каком-то случае изменяется скачком?

В работе [201] читаем: «Физики привыкли считать, что разрывное поведение любых свойств какой-то системы при непрерывном изменении некоторых параметров, если и бывает, то больше в математике и связано с идеализированным описанием физических объектов, а в самой физике такие абсолютные разрывы отсутствуют» [201, с.28], из чего можно заключить, что здесь имеет место противоречие между тем, к чему привыкли физики, и выводом из теории. Но если квалифицировать парадокс Гиббса как противоречие между привычными представлениями и теорией, тогда становится совершенно непонятным, почему ему уделяли столько внимания во второй половине XX века — того самого века, в котором, по мнению многих физиков и философов, парадоксальность стала неотъемлемой чертой физических теорий. Можно предположить, что дело не только в необычности поведения энтропии.

Чтобы выяснить, почему скачок энтропии считается парадоксальным, проанализируем ряд работ, посвященных этим формулировкам. Анализ позволяет выявить следующие точки зрения на парадоксальный скачок энтропии смешения.

По мнению одних авторов (например, Б.М. Кедрова [316, с.201] и И.П. Базарова [101, с.70]), этот скачок обусловлен скачком свойств (параметра) системы при переходе от различных к тождественным газам. Решить парадокс для них означает найти причину скачка – единую для любых смесей газов. Эту причину Б.М. Кедров видит в исчезновении парциальных давлений при переходе от смеси к чистому газу [316, с.212], И.П. Базаров – в исчезновении разделяемости смеси на первоначальные компоненты [101, с.70]. Эти авторы полагают, что устранить заключение о скачке невозможно, даже если переход от смеси к чистому газу произойдет без скачка.

По мнению других авторов, скачок энтропии смешения обусловлен скачком параметра различия газов. А если переход от одного газа к другому произойдет плавно, без скачка параметра, то, считают они, скачка энтропии смешения не будет (см. [158, с.1099; 201, с.52-53; 334, с.1539]).

Полагая, что скачок энтропии смешения обусловлен скачком параметра, одни авторы считают, что классическая термодинамика не может объяснить этот скачок, и что для его объяснения необходимо привлечение других теорий – статистической термодинамики, квантовой механики, теории информации. Другие считают, что привлечение квантовой механики не поможет объяснить скачок.

Полагая, что при плавном изменении свойств компонентов скачка энтропии смешения не должно быть, одни авторы утверждают, что это необходимо показать в рамках классической термодинамики, другие считают решением парадокса демонстрацию возможности устранения скачка при использовании квантовой механики или теории информации.

Можно, таким образом, констатировать, что до сих пор нет единого мнения по следующим вопросам:

1. Существует ли причина (физическое основание) скачка энтропии смешения или его появление обусловлено использованием физически необоснованного допущения о невозможности непрерывного перехода от одного газа к другому, отказ от которого позволяет устранить заключение об этом скачке?

2. Связан ли скачок энтропии смешения со скачком параметра или нет?

3. Можно ли найти причину скачка в рамках классической термодинамики или нет?

4. Можно ли привлекать для объяснения скачка квантовую теорию и теорию информации или нет?

5. Можно ли считать проблему решенной, если будет найдена причина скачка, или необходимо предложить способ его устранения?

Вполне понятно, что не может быть единого общепринятого решения парадокса Гиббса до тех пор, пока нет единого мнения в от-

ношении ответов на указанные вопросы. Поскольку единого мнения нет, то нет и единого решения.

Соответственно, для того чтобы продвинуться в решении проблемы, необходимо как-то преодолеть эти разногласия. А для этого следует рассмотреть вопрос о скачке энтропии смешения с такой точки зрения, которая была бы более общей, чем все существующие, настолько общей, чтобы ее не могли отрицать сторонники любых решений. Исходные положения должны быть настолько общими, чтобы они подходили для рассмотрения любых спорных вопросов, чтобы на их основе можно было бы рассмотреть любые из существующих решений парадокса.

Итак, что можно сказать о скачке энтропии смешения при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов такое, что до сих пор не говорилось и что было бы более общим, чем суждения, основанные на классической термодинамике, квантовой механике, теории информации?

Можно сказать следующее: заключение о скачке энтропии смешения получено не на основе обработки эмпирических данных, а теоретически, путем рассуждений.

Взгляд на заключение о скачке энтропии смешения как на результат рассуждений есть такая точка зрения, которая является более общей, чем все высказывавшиеся до сих пор.

Станным образом это обстоятельство до сих пор оставалось вне внимания всех тех, кто занимался парадоксом Гиббса. Ведь если его учесть, то и проблема существенно проясняется, и, главное, дальнейший ход анализа этого парадокса не может вызывать никаких разногласий.

Если заключение о скачке энтропии получено в ходе рассуждений и в рассуждениях нет ошибок, то должны существовать логические основания всех заключений, касающихся этого скачка, т.е. посылки, на основе которых получаются эти заключения.

Независимо от того, существуют или нет физические основания скачка энтропии смешения, логические основания заключения о скачке энтропии смешения существовать должны. Разумеется, должны существовать логические основания вывода о том, что величина скачка не зависит от свойств газов, а также логические основания всех иных заключений, касающихся энтропии смешения.

Соответственно, если кто-то считает, что вывод о парадоксальном скачке обусловлен использованием физически необоснованного допущения о невозможности непрерывного перехода от одного газа к другому, то, чтобы это доказать, нужно сначала проанализировать рассуждение, в котором получают вывод о скачке, и показать, в каком месте этого рассуждения используется физически необоснованное допущение.

С другой стороны, если кто-то считает, что при получении заключения о скачке энтропии смешения посылка о скачке параметров газов не используется, то он может доказать это таким же способом: проанализировать рассуждения, ведущие к заключению о скачке энтропии смешения, и показать, что допущение о скачке параметров не используется.

Таким образом, если установить логические основания заключения о скачке энтропии смешения, то можно существенно прояснить вопрос о парадоксальном скачке.

Есть два обстоятельства, которые существенно упрощают поиск логических оснований заключения о парадоксальном скачке энтропии смешения.

Во-первых, в парадоксе Гиббса речь идет об идеальных газах, т. е. об абстрактных, идеализированных объектах, таких как, например, треугольники в геометрии. Их свойства частью постулируются известным множеством аксиом (началами термодинамики, законами идеального газа), а частью находятся путем дедуктивного вывода из аксиом. Соответственно, заключения о свойствах идеальных газов не могут противоречить теории (если, конечно, не делать ошибок в рассуждениях, и если теория не содержит противоречия). Поскольку все заключения, касающиеся свойств идеальных газов, можно получить путем рассуждений, для любого из этих заключений можно установить логические основания.

Во-вторых, в парадоксе Гиббса речь идет об энтропии идеальных газов, энтропии систем, содержащих идеальные газы, поведении энтропии этих систем. Для энтропии идеального газа и систем, состоящих из идеальных газов, известны формулы, выражающие эту функцию через параметры газов. Не составляет никакого труда вывести общую формулу для энтропии смешения идеальных газов. Если это сделать, то вопрос о скачке энтропии смешения окажется вопросом об особенностях поведения функции, для которой известна формула. Поведение функций, для которых известна формула, не может иметь никаких особенностей, которые нельзя было бы выявить путем анализа этой формулы. В частности, скачок энтропии смешения не может быть обусловлен скачком параметра, который не входит в формулу.

Эти обстоятельства до сих пор никем не принимались во внимание. Если их учесть, то, прежде чем рассуждать о физических основаниях парадокса Гиббса, следует вывести формулу для энтропии смешения идеальных газов, проанализировать эту формулу и выяснить, связан ли скачок энтропии смешения со скачком какого-то параметра или аргумента, а если да, то какого именно. После этого можно будет рассматривать вопрос о физических основаниях парадокса Гиббса.

Поскольку, как указывалось выше, в цитированных работах авторы исходят из классической термодинамики, то и мы рассмотрим два рода формулировок парадокса Гиббса, в первую очередь в рамках классической термодинамики.

Нужно сказать, что в этом месте заканчивается применение материалистической диалектики к поиску решения парадокса Гиббса. Дальше применяются исключительно принципы традиционной формальной логики. В связи с этим укажем, что было сделано автором до этого момента в исследовании парадокса Гиббса в отношении применения материалистической диалектики.

Автор констатировал, что имеется сложная теоретическая проблема; с учетом истории проблемы всесторонне ее проанализировал; выявил противоречия, подлежащие разрешению; определил виды этих противоречий, на основе чего обосновал пути решения проблемы.

То, что осталось сделать, — дело техники (логической, математической). Для проверки этого утверждения автор предлагает читателю на время прервать чтение и попробовать провести дальнейшее исследование самостоятельно.

Еще одно замечание. Дальше в рассуждениях используются математические формулы. Читатель не должен их пугаться — они не выходят за рамки школьного курса алгебры.

Однозначно ли в классической термодинамике определяется изменение энтропии при смешении тождественных идеальных газов?

Чтобы ответить на указанный вопрос, который составляет суть формулировки парадокса Гиббса, названной нами первой, воспроизведем рассуждения, в которых находится изменение энтропии при смешении тождественных идеальных газов.

Согласно второму началу термодинамики для равновесных систем существует функция состояния энтропия S , такая, что ее изменение при изменении состояния термодинамической системы определяется формулами:

$$dS \geq \delta Q/T, \quad (1)$$

$$\Delta S \geq \int \delta Q/T, \quad (2)$$

где Q — теплота, поглощаемая системой в процессе изменения состояния; T — температура источника теплоты.

Знак равенства относится к обратимым процессам, знак неравенства — к необратимым.

Энтропия — функция состояния, следовательно,

$$\Delta S = S_2 - S_1, \quad (3)$$

где S_1 – энтропия системы в начальном состоянии; S_2 – энтропия в конечном состоянии.

Согласно первому началу термодинамики

$$\delta Q = dU + \delta A, \quad (5)$$

где dU – изменение внутренней энергии, δA – работа процесса.

Для идеальных газов справедливы уравнения:

$$pV = nRT, \quad (6)$$

$$\delta A = pdV, \quad (7)$$

$$(\partial U/\partial V)_{(T=\text{const})} = 0, \quad (8)$$

где p – давление, V – объем, T – температура, R – константа, n – число молей газа.

В классической термодинамике энтропия идеального газа выражается следующими эквивалентными формулами:

$$S_i = n_i(c_{vi}\ln T_i + R\ln(V_i/n_i) + S_{ovi}), \quad (9)$$

$$S_i = n_i(c_{pi}\ln T_i - R\ln p_i + S_{opi}), \quad (10)$$

$$S_i = n_i(c_{vi}\ln T_i + R\ln(V_i/N_i) + S_{ovi}), \quad (11)$$

где: n_i – число молей i -го газа, N_i – число молекул i -го газа, c_{vi} и c_{pi} – его молярные теплоемкости, соответственно, при постоянном объеме и при постоянном давлении, T_i – термодинамическая температура, p_i – давление i -го газа, S_{ovi} и S_{opi} – постоянные интегрирования, которые зависят от природы газа и не зависят от n , c , V , p , T .

Заметим также, что давление смеси идеальных газов p_c , согласно закону Дальтона, выражается формулой:

$$p_c = \Sigma p_i, \quad (12)$$

где p_i – парциальное давление i -го газа в смеси.

Основываясь на формулах (1)–(8) или формулах (9)–(10), можно получить, что изменение энтропии при изменении состояния постоянного количества идеального газа выражается следующими формулами:

$$\Delta S = nc_v \ln(T_2/T_1) + nR\ln(V_2/V_1), \quad (13)$$

$$\Delta S = nc_p \ln(T_2/T_1) - nR\ln(p_2/p_1). \quad (14)$$

Энтропия системы, состоящей из разделенных непроницаемыми перегородками веществ (S_n), равна сумме энтропий ее однородных частей (подсистем) S_{in} :

$$S_1 = S_{cn} = \Sigma S_{in} \quad (15)$$

Энтропия смеси идеальных газов S_c , согласно теореме Гиббса, равна сумме энтропий компонентов смеси S_{ic} :

$$S_2 = S_c = \Sigma S_{ic} \quad (16)$$

Определим теперь, чему равно изменение энтропии при смешении газов.

При смешении различных идеальных газов начальное состояние системы – газы одинаковой температуры, разделенные перегородками, конечное – смесь газов, имеющая тот же суммарный объем.

Смешение различных идеальных газов – необратимый процесс, в котором $\delta Q=0$, и, согласно (2), $\Delta S \geq 0$. Таким образом, точное значение энтропии смешения различных идеальных газов на основе формулы (2) найти нельзя.

Полагая, что существуют полупроницаемые перегородки (проницаемые для одного газа и непроницаемые для другого газа), изменение энтропии при смешении идеальных газов находят, рассматривая процесс смешения как сумму двух процессов обратимого изотермического расширения двух газов от начального объема до суммарного.

Поскольку в начальном состоянии T_i равны, то на основе (13) получаем:

$$\Delta S = R \sum n_i \ln(\Sigma V_i / V_i) \quad (17)$$

Если смешиваются два различных газа с равными начальными давлениями, и, кроме того, $n_1 = n_2 = 1$, то

$$\Delta S = 2R \ln 2. \quad (18)$$

Такие же результаты можно получить, определяя изменение энтропии при смешении двух идеальных газов как разницу энтропии системы в начальном и конечном состояниях, основываясь на формулах (3), (9)–(11), (15), (16).

Значение величины изменения энтропии при смешении различных идеальных газов определяется однозначно.

Величину изменения энтропии при смешении тождественных газов нельзя определить, исходя из предположения о существовании полупроницаемых перегородок, поскольку с помощью полупроницаемой перегородки невозможно произвести независимое расширение порции идеального газа в объеме, заполненном этим же газом.

Величину изменения энтропии при смешении тождественных газов можно определить, основываясь на формулах (3), (9)–(11), (15), (16). В частности, если смешивается два равных количества одного и того же газа, имеющие одинаковые начальные температуры и давления, то из формул (3), (9), (15), (16) следует:

$$\Delta S = 2n(c_v \ln T + R \ln(V/n) + S_{ov}) - 2n(c_v \ln T + R \ln(2V/2n) + S_{ov}) = 0 \quad (19).$$

Таким образом, изменение энтропии при смешении тождественных идеальных газов в рамках классической термодинамики определяется однозначно.

Возникает вопрос: почему в таком случае различные авторы писали о противоречии, возникающем при рассмотрении вопроса об изменении энтропии при смешении тождественных идеальных газов?

Чтобы найти ответ на этот вопрос, рассмотрим, каким образом тот или иной автор приходит к противоречию при определении вели-

чины изменения энтропии при смешении тождественных идеальных газов.

С. Д. Хайтун получает, что при смешении разных идеальных газов энтропия увеличивается на $kM \ln 2$. Так как эта величина не зависит от рода газов, то, заключает он, и для смешения одинаковых газов должно получиться такое же значение. Но «при смешении одинаковых газов равным счетом ничего не происходит, в частности, не должна возрастая и энтропия системы» [610, с.3]. Получается противоречие.

Противоречия не появилось бы, если бы автор не экстраполировал результат, полученный для смешения различных газов на случай тождественных газов, а произвел расчет изменения энтропии при «смешении» тождественных газов. Если произвести такой расчет, то можно получить, что изменение энтропии в этом случае равно нулю – в соответствии с формулой (19). Парадокс возник вследствие ошибки в рассуждениях. Такую же ошибку допустили Ван-дер-Ваальс и Констамм [156, с.200], Б. М. Кедров [316, с.176], А. Зоммерфельд [266, с.107], а также М. Планк [479, с.237].

Интересно, что рассматривая вопрос об изменении энтропии при смешении идеальных газов, Гиббс писал: «Если привести в соприкосновение две массы одного и того же газа, то они также перемешаются, но при этом не произойдет увеличения энтропии» [206, с.168], не приведя никаких аргументов в пользу того, что $\Delta S=0$, – в отличие от названных авторов. Если учесть, что величину ΔS для смешения двух разных газов Гиббс нашел как разность энтропии смеси в объеме V и энтропии чистых газов в объемах $V/2$ [там же, с.167], – фактически на основе формул вида (3), (9), (15), (16), то можно предположить, что он выполнил вычисление величины изменения энтропии при смешении тождественных газов и получил для этого случая $\Delta S=0$. Далее, анализируя полученный результат, Гиббс написал: «Мы считаем, что энергия и энтропия (тождественных, – В. И.) газовых масс после смешивания остаются такими же, как и до смешивания, потому что не видим никакой разницы в веществе этих двух масс» [там же]. Противоречия с результатом вычисления нет. Наверное поэтому, как отмечалось в литературе, «описываемую ситуацию Гиббс нигде не называет парадоксальной» [201, с.28], «для самого Гиббса парадокса не существовало вообще» [316, с.58].

«Термин «парадокс Гиббса» был, вероятно, впервые введен О. Видебургом» [201, с.28] в 1894 г., который находил изменения энтропии при смешении газов, основываясь на мысленном круговом процессе с использованием полупроницаемых перегородок [610, с.30]. Подобным образом определяли эту величину Планк и ряд других авторов. Как было сказано, такой подход не распространяется на случай

смешения тождественных газов, что приводит к проблеме определения изменения энтропии при смешении тождественных газов.

Сегодня же, когда во всех учебниках термодинамики приводятся формулы для энтропии идеального газа (9)–(11), неоднозначность в определении изменения энтропии при «смешении» тождественных газов появляется только тогда, когда вычисление значения изменения энтропии подменяют рассуждениями о величине этого изменения. Совершенно справедливо написали И. П. Базаров и П. Н. Николаев по поводу того, как сформулировал парадокс С. Д. Хайтун в начале своей монографии:

«Чтобы выяснить, чему равна энтропия смешения ΔS при смешении одинаковых газов, необходимо не ограничиваться словами, что при этом «ровным счетом ничего не происходит», а по известным формулам термодинамики для энтропии идеального газа вычислить ΔS в данном случае. Такое вычисление элементарно и показывает, что энтропия смешения одинаковых газов равна нулю» [103, с.2567].

Добавим, что изменение энтропии при удалении непроницаемой перегородки, разделяющей тождественные идеальные газы, равно нулю не потому, что после удаления перегородки «ничего не происходит» [610, с.3], и не потому, что в этом случае «конечное состояние системы макроскопически ничем не отличается от начального» [530, с.138], а потому, что нулевое значение изменения энтропии следует из соответствующих формул. Устранение перегородки, даже если газы тождественные и имеют равные начальные температуры и давления, вызывает изменения в системе: изменяется число ячеек, на которые газ разделен перегородкой, изменяется число термодинамических степеней свободы системы.

Нелогично заявлять, что «удаление перегородки не изменяет термодинамического состояния макроскопических количеств газа» [201, с.27], и при этом вычислять изменение энтропии при смешении тождественных идеальных газов, исходя из того, что в начальном состоянии в двух равных объемах V находится по N атомов газа, а «без перегородки число атомов становится $2N$, а объем $2V$ » [там же] — получается, что состояние не изменяется, а параметры системы V и N изменяются.

Вывод и анализ формул для энтропии смешения идеальных газов. Выявление слагаемого, поведением которого обусловлен скачок энтропии смешения

Прежде всего получим общие формулы для изменения энтропии при смешении двух различных и тождественных идеальных газов. В общем случае до смешения газы могут иметь различные температуры, давления и объемы.

При смешении двух различных идеальных газов образуется бинарная смесь. Если температуры газов до смешения равны T_1 и T_2 , то после смешения температуры компонентов смеси равны температуре смеси T_c , которую можно определить на основе формулы Рихмана:

$$T_c = (n_1 c_{v1} T_1 + n_2 c_{v2} T_2) / (n_1 c_{v1} + n_2 c_{v2}). \quad (20)$$

Для этого случая (с учетом того, что объем смеси равен $V_1 + V_2$) из (9), (15), (16) можно получить:

$$S_I = S_m = n_1 c_{v1} \ln T_1 + n_2 c_{v2} \ln T_2 + n_1 R \ln(V_1/n_1) + n_2 R \ln(V_2/n_2) + n_1 S_{ov1} + n_2 S_{ov2}, \quad (21)$$

$$S_{II} = S_c = (n_1 c_{v1} + n_2 c_{v2}) \ln T_c + R [n_1 \ln(V_1 + V_2)/n_1 + n_2 \ln(V_1 + V_2)/n_2] + n_1 S_{ov1} + n_2 S_{ov2}. \quad (22)$$

Преобразуем формулу (22):

$$S_c = (n_1 c_{v1} + n_2 c_{v2}) \ln T_c + R(n_1 + n_2) \ln[(V_1 + V_2)/(n_1 + n_2)] + L_x + n_1 S_{ov1} + n_2 S_{ov2}, \quad (23)$$

где

$$L_x = -R(n_1 + n_2) \{n_1/(n_1 + n_2) \ln[n_1/(n_1 + n_2)] + n_2/(n_1 + n_2) \ln[n_2/(n_1 + n_2)]\}. \quad (24)$$

Если определить:

$$x_i = n_i / (n_1 + n_2), \quad (25)$$

где x_i – мольная доля в смеси i -го газа,

то формула (24) запишется в виде:

$$L_x = -R(n_1 + n_2)(x_1 \ln x_1 + x_2 \ln x_2). \quad (26)$$

Из (3), (20) – (23) следует:

$$\Delta S_c = \{(n_1 c_{v1} + n_2 c_{v2}) \ln[(n_1 c_{v1} T_1 + n_2 c_{v2} T_2) / (n_1 c_{v1} + n_2 c_{v2})] - n_1 c_{v1} \ln T_1 + n_2 c_{v2} \ln T_2\} + \{R(n_1 + n_2) \ln[(V_1 + V_2) / (n_1 + n_2)] - R[(n_1 \ln(V_1/n_1) + n_2 \ln(V_2/n_2))]\} + L_x \quad (27)$$

При смешении двух порций газа 1 образуется чистый газ 1. Для этого случая, если начальные параметры порций газа равны, соответственно T_1 , V_1 и T_2 , V_2 , а количества газа в порциях n_1 и n_2 , из (3), (9), (15), (20) следует:

$$S_I = S_m = c_{v1}(n_1 \ln T_1 + n_2 \ln T_2) + R[n_1 \ln(V_1/n_1) + n_2 \ln(V_2/n_2)] + (n_1 + n_2) S_{ov1}, \quad (28)$$

$$S_{II} = c_{v1}(n_1 + n_2) \ln[(n_1 T_1 + n_2 T_2) / (n_1 + n_2)] + (n_1 + n_2) R \ln[(V_1 + V_2) / (n_1 + n_2)] + (n_1 + n_2) S_{ov1} \quad (29)$$

$$\Delta S_f = \{c_{v1}(n_1 + n_2) \ln[(n_1 T_1 + n_2 T_2) / (n_1 + n_2)] - c_{v1}(n_1 \ln T_1 + n_2 \ln T_2)\} + \{R(n_1 + n_2) \ln[(V_1 + V_2) / (n_1 + n_2)] - [(n_1 \ln(V_1/n_1) + n_2 \ln(V_2/n_2))]\}, \quad (30)$$

где ΔS_f – изменение энтропии при смешении тождественных газов.

Как и следовало ожидать, в формулах (21) – (23), (27) (с учетом (24)) и (28) – (30) нет ничего такого, чего не было бы в формулах (3), (9), (15), (16). Поскольку в формулах (27) и (30) имеются члены, зависящие от c_{vi} и начальной температуры газов, а c_{vi} определяется природой газа, величина энтропии смешения как различных, так и тождественных газов в общем случае зависит от природы газа. В силу оче-

видных особенностей формул (3), (9), (15), (16), формулы (27) и (30) не содержат членов, зависящих от S_{ovi} , а энтропия смешения как различных, так и тождественных газов не зависит от параметров S_{ov1} и S_{ov2} (подобно величине ΔS_f).

Если смешиваемые газы имеют одинаковые начальные температуры, то величины ΔS_c и ΔS_f не зависят от природы газа, поскольку зависящие от c_{vi} слагаемые в ΔS_c и ΔS_f обращаются в нуль.

Если, как это обычно делается при рассмотрении парадокса Гиббса, принять, что у смешиваемых газов равны не только начальные температуры, но и давления (а, значит, как это следует из (9), равны и величины V_i/n_i), то энтропия смешения различных газов становится функцией только их количеств:

$$\Delta S_c = L_x. \quad (31)$$

Если, кроме того, $n_1 = n_2 = 1$, то

$$\Delta S_c = 2R \ln 2. \quad (32)$$

При условии равенства начальных температур и давлений для случая смешения тождественных газов из (22) следует:

$$\Delta S_f = 0. \quad (33)$$

Формулами (31) – (33), так сказать, кратко выражается суть парадокса Гиббса в той формулировке, в которой речь идет о скачке энтропии смешения: энтропия смешения различных газов при условии равенства их начальных температур и давлений зависит только от количеств газов, энтропия смешения тождественных газов при тех же условиях равна нулю; при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов энтропия смешения изменяется скачком от L_x до нуля.

Результаты, аналогичные тем, которые выражаются формулами (11) – (13) и (20) – (25), можно получить в том случае, если вместо формулы (9) использовать формулу (10). Мы не будем их здесь приводить. Укажем только, что при использовании формулы (10) энтропия смеси выражается формулой:

$$S_c = (n_1 c_{v1} + n_2 c_{v2}) \ln T_c - R(n_1 + n_2) \ln p_c + L_x + n_1 S_{opi} + n_2 S_{op2}, \quad (34)$$

а энтропия компонента смеси формулой:

$$S_i = n_i (c_{pi} \ln T_c - R \ln x_i p_c + S_{opi}) = n_i (c_{pi} \ln T_c - R \ln p_c + S_{opi}) - n_i R x_i. \quad (35)$$

Теперь приступим к исследованию поведения формул, выражающих энтропию смеси и энтропию смешения при переходе от различных к тождественным газам.

Предположим, что переход от смешения различных к смешению тождественных газов происходит путем перехода (превращения) газа 2 в газ 1, т.е. переходом от смешения газов 1 и 2 к смешению двух порций газа 1. При таком условии значение энтропии смешения изменится от ΔS_c , выражаемого формулой (27), до ΔS_f , выражаемого форму-

лой (22). Проанализируем поведение различных слагаемых формулы (27) при переходе от различных к тождественным газам.

В формулах (27) и (30) фигурными скобками выделено по два слагаемых. Первое такое слагаемое в формуле (27) зависит от теплоемкостей и начальных температур газов. При сближении свойств газов особенности поведения этого слагаемого определяется особенностями поведения параметра c_{v2} и особенностями формулы (27). Это слагаемое может испытать скачок при переходе к тождественным газам только в том случае, если параметр c_{v2} переходит в параметр c_{v1} со скачком. В случае смешения различных газов с равными значениями молярных теплоемкостей это слагаемое не изменяется при переходе от различных газов к тождественным. Если в формуле (17) положить c_{v2} равным c_{v1} , получим первое слагаемое формулы (30). Можно заключить, что особенности поведения этого слагаемого не имеют отношения к парадоксальному скачку энтропии смешения.

Особенности поведения второго слагаемого в фигурных скобках формул (27) и (30) тоже не имеют отношения к парадоксу Гиббса. Это слагаемое является функцией числа молей и начальных объемов газов, не зависит от свойств газов и при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов не изменяется.

Сопоставляя формулы (31) и (33), а также (27) и (30), можно заметить, что при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов обращается в нуль логарифмический член L_x . Именно скачком L_x до нуля обусловлен скачок величины ΔS_c на величину L_x (в частном случае от $2R\ln 2$ до нуля) при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов. Скачок энтропии смешения ΔS_c не зависит от свойств смешиваемых газов, поскольку L_x изменяется от величины, которая зависит только от количеств смешиваемых газов (в соответствии с формулой (24)), до постоянного значения, равного нулю.

Анализируя вывод формул для энтропии смешения, можно увидеть, что член L_x имеется в формуле (23) для энтропии смеси, однако обращается в нуль при переходе к чистому газу, энтропия которого выражается формулой (29). Слагаемых, подобных L_x , нет в формулах классической термодинамики для внутренней энергии, теплоемкости, давления или температуры смеси идеальных газов. В классической термодинамике указанные величины при переходе от различных к тождественным газам не испытывают парадоксальных скачков. Можно поэтому утверждать, что парадоксальный скачок энтропии смешения на величину L_x (в частном случае от $2R\ln 2$ до 0) при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов обусловлен поведением слагаемого L_x , которое переходит в формулу для энтропии смешения различных газов из формулы для энтропии смеси идеальных газов.

Поэтому формулировка парадокса Гиббса, содержащаяся в кандидатской диссертации Б. М. Кедрова, в которой речь идет о скачке L_x , названная нами выше близкой к формулировке, в которой речь идет о скачке энтропии смешения, по существу эквивалентна указанной формулировке.

Определение логических оснований заключения о парадоксальном скачке энтропии смешения

После того как мы установили слагаемое в формуле для энтропии смеси идеальных газов, скачком которого при переходе от различных к тождественным газам обусловлен скачок энтропии смешения, для определения логических оснований заключения о парадоксальном скачке энтропии смешения необходимо выяснить, какими особенностями каких исходных формул обусловлено появление слагаемого L_x в формуле для энтропии смеси, а также какими посылками известных рассуждений обусловлено обращение L_x в нуль при переходе к тождественным газам.

Анализируя вывод формулы (23) для энтропии смеси, можно увидеть, что появление L_x в этой формуле обусловлено, во-первых, тем, что формула (9) содержит слагаемое $-Rn_i \ln n_i$, и, во-вторых, тем, что в силу (16) слагаемые такого вида для различных газов суммируются при вычислении S_c . (Соответственно, появление L_x в формуле (34) обусловлено тем, что формула (35) содержит слагаемое $-n_i R \ln x_i$ и формулой (16)). Член L_x не зависит от свойств компонентов смеси, т.к. слагаемые $-Rn_i \ln n_i$, $(-n_i R \ln x_i)$ не зависят от свойств газов.

Обратим внимание на роль слагаемых $-Rn_i \ln n_i$ в том, что энтропия смеси содержит член L_x . Именно с тем обстоятельством, что эти слагаемые имеются в формулах для энтропии идеального газа и отсутствуют в формулах для внутренней энергии, теплоемкости, давления идеального газа, связано то, что при переходе к тождественным газам скачок на величину L_x испытывает энтропия смеси (и энтропия смешения) идеальных газов, а не теплоемкость или давление. Ошибочными является утверждения, будто L_x «полностью основан на законе Дальтона» [316, с.49] или будто «физической основой энтропийного члена $R \ln 2$ служил закон Дальтона» [там же, с.207]. Появление слагаемых $-Rn_i \ln n_i$ в формуле для энтропии чистого идеального газа (9) не связано с законом Дальтона.

Можно сказать, что «полностью на законе Дальтона» основана аналогичная формуле (16) формула (12), которая, однако, не содержит члена, подобного L_x , поскольку парциальное давление идеального газа не является логарифмической функцией n_i . То же относится к теплоемкости и внутренней энергии смеси идеальных газов.

Теперь выясним, в силу каких посылок L_x обращается в нуль при переходе к тождественным газам

Согласно формулам (24) и (26) (с учетом (25)), полученным на основе формул (9) и (16), L_x является функцией только количеств смешиваемых газов n_1 и n_2 . Рассматривая переход от смешения различных к смешению тождественных газов, мы, подобно другим авторам, предполагали, что этот переход происходит при неизменных количествах газов. Следовательно, при таком переходе, в силу (24) и (26), логарифмический член L_x не должен изменяться. Если бы заключения о скачке энтропии смешения и об обращении L_x в нуль были бы получены на основе результатов измерений, следовало бы сделать вывод, что формулы (24) и (26), а также теория, на основе которой они получены, неадекватно описывает поведение функции L_x , а также функций S_c и ΔS_c при переходе от различных газов к тождественным. Но вывод о скачке L_x до нуля получен нами в ходе рассуждений. Мы должны поэтому либо заключить, что этот вывод является логически некорректным, т.к. он не согласуется с формулами (24) и (26) и, соответственно, с исходными формулами (9) и (16), либо указать посылку, не противоречащую формулам (3), (9), (15), (16), использование которой позволяет сделать логически корректное заключение об обращении L_x в нуль при переходе к тождественным газам.

Прежде всего выясним, можно ли вообще согласовать обращение L_x в нуль с формулами (24) и (26), соответственно, с исходными формулами (3), (9), (15), (16), следствиями которых являются формулы (24) и (26).

Согласно формулам (24) и (26), L_x стремится к 0, если величины $n_i/(n_1+n_2)$ (т.е. величины x_i) стремятся к 1 либо 0 (т.е. при $x_1 \rightarrow 0, x_2 \rightarrow 0$; $x_1 \rightarrow 0, x_2 \rightarrow 1$; $x_1 \rightarrow 1, x_2 \rightarrow 0$; $x_1 \rightarrow 1, x_2 \rightarrow 1$).

Из (25) следует, что для i -го чистого газа величина x_i равна 1, а для смеси

$$\sum x_i = 1. \quad (36)$$

С учетом (36) можно принять, что для чистого газа 1 величина x_2 равна нулю, а для чистого газа 2 $x_1=0$. Т.е. определить, что чистый газ является видом двухкомпонентной смеси, а именно такой двухкомпонентной смесью, в которой мольная доля одного компонента равна 1, а второго – нулю. Чистый газ можно рассматривать также как частный случай многокомпонентной смеси (вид многокомпонентной смеси), как такую многокомпонентную смесь, в которой значение одного x_i равно 1, а остальных – нулю. При этом обнаруживается специфическое количественное отличие чистых газов и смесей: для чистых газов x_i постоянны, причем значение одного x_i равно 1, а остальных – нулю, для смесей значения x_i могут изменяться в пределах: $0 < x_i < 1$, с учетом (36).

Далее,

$$x \ln x \Big|_{x=1} = 0, \quad (37)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} (x \ln x) = 0, \quad (38)$$

откуда следует:

$$\lim_{\substack{x_1 \rightarrow 1 \\ x_2 \rightarrow 0}} L_x = \lim_{\substack{x_1 \rightarrow 0 \\ x_2 \rightarrow 1}} L_x = 0. \quad (39)$$

Следовательно, если переход от смеси к чистому газу осуществляется путем устремления мольной доли одного компонента к 1, а второго — к нулю при постоянном значении сумм $\sum n_i$ и $\sum x_i$, то переход L_x в нуль будет происходить в соответствии с формулами (24) и (26).

Учитывая (38), можно принять **допущение**:

$$x \ln x \Big|_{x=0} = 0, \quad (40)$$

с учетом которого

$$L_{x(x_1=1)(x_2=0)} = L_{x(x_1=0)(x_2=1)} = 0, \quad (41)$$

а формула (33) оказывается частным случаем формулы (31) при $(x_1=0)$, $(x_2=1)$ либо $(x_1=1)$, $(x_2=0)$.

С учетом (40) обращение L_x в нуль при переходе к тождественным газам можно согласовать с формулами (24) и (26), если указать посылку, из которой следует, что мольная доля одного компонента становится равной 1, а второго — нулю в том случае, когда второй компонент становится тождественным первому.

Такой посылкой может быть следующая: **смесь считается смесью, если состоит из различных компонентов; смесь тождественных газов является (надлежит считать) чистым газом.**

Особенностью этой посылки обусловлен как скачок энтропии смешения при переходе от различных газов к тождественным, так и то, что он происходит именно в момент перехода от различных газов к тождественным. Если свойства газов изменяются, а количества газов остаются постоянными, то — до тех пор пока сохраняется различие между компонентами смеси — логарифмический член L_x сохраняет постоянное значение: изменения свойств газов не влияют на величины x_i и n_i и, соответственно, на L_x . Переход от смеси различных газов 1 и 2 к смеси тождественных газов 1 и 1, из-за использования названной посылки считается переходом к чистому газу 1, для которого $x_1=1$, $x_2=0$, а величина L_x в силу (37) и (40) обращается в нуль. Поскольку x_1 и x_2 обращаются, соответственно, в 1 и 0 скачком независимо от того, со скачком или без скачка происходит переход от различных газов к тождественным, L_x обращается в нуль тоже скачком, независимо от характера перехода от различных газов к тождественным; как следует из (24), L_x является непрерывной величиной, если x_i — непрерывные величины.

Рассматривая логические основания заключения о скачке ΔS_c при переходе к тождественным газам, в качестве основания для заключения о скачке параметров x_1 и x_2 можно использовать и такую посылку: при смешении тождественных газов образуется чистый газ. Именно эта посылка была использована нами выше при выводе формул (29) и (30). Эту посылку явно или неявно используют и другие авторы, когда выводят формулу для энтропии смешения тождественных газов.

Например, согласно И. П. Базарову, «для вычисления изменения энтропии при смешении двух порций одного и того же газа надо пользоваться или непосредственно выражением для энтропии химически однородного газа... или видоизмененной теоремой Гиббса...» [98, с.1893; 101, с.70]. Относительно видоизмененной теоремы Гиббса будет сказано ниже, а сейчас заметим, что в случае **смешения** (т. е. образования смеси), одинаковых газов использовать формулу для энтропии химически однородного (чистого) газа можно на том основании, что при смешении двух порций одного и того же газа (одинаковых газов) образуется чистый (химически однородный) газ. Однако эта посылка не распространяется на случай перехода от смеси к чистому газу и не может служить основанием для заключения о переходе формулы (23) в формулу (29) при переходе к тождественным газам, хотя проведенный выше анализ демонстрирует неразрывную связь скачков функций ΔS_c и S_c . В свою очередь, посылка «при смешении тождественных газов образуется чистый газ» следует из посылки «смесь тождественных газов является чистым газом». Поэтому, на наш взгляд, в качестве основания для заключения о скачке величин x_i предпочтительнее использовать посылку «смесь тождественных газов является чистым газом».

Скачок L_x при переходе от различных газов к газам тождественным можно сравнить со скачком суммы углов при преобразовании четырехугольника в треугольник путем преобразования ломаного отрезка, соединяющего три вершины четырехугольника, в отрезок прямой. Сумма углов многоугольника является функцией только числа его углов; сумма углов какого-либо многоугольника не зависит от степени его отличия от другого многоугольника. Используя посылки «четыреугольник является треугольником, если одна из его вершин лежит на прямой, соединяющей две другие вершины», или «четыреугольник надлежит считать треугольником, если один из его углов равен 180° », можно получить заключение о скачке суммы (и числа) углов в тот момент, когда в ходе преобразования четырехугольник примет форму треугольника. Без использования такого рода посылок нельзя получить заключение о скачке суммы углов, поскольку нет оснований считать четырехугольник, имеющий форму треугольника, треугольником, а не «четыреугольником, один угол которого равен 180° ». Соответственно, без посылки «смесь тождественных газов является чистым газом» (из которой следует, что при переходе к тождественным газам x_i изменяются) нель-

зя сделать заключение об обращении L_x в нуль при переходе к тождественным компонентам, если, разумеется, не сделать абсурдное допущение, будто функция, выражаемая формулой (26), может обращаться в нуль при значениях x_i , отличающихся от 0 и 1, т.е. вести себя не так, как это вытекает из формулы (26).

Возможные интерпретации поведения энтропии смеси при переходе от различных к тождественным газам

Согласно Б. М. Кедрову [316], логарифмический член L_x ($R\ln 2$) «возникает исключительно благодаря парциальным давлениям ... связан только с ними и представляет их в математических уравнениях для энтропии» (с.212), «в уравнении S_i однородного газа... этот член отсутствует, ибо составные части тогда не обладают парциальными P_i » (с.49). Согласно И. П. Базарову, при вычислении энтропии смеси тождественных газов необходимо пользоваться или формулой для энтропии чистого газа (что обсуждалось выше), или «видоизмененной теоремой Гиббса, согласно которой энтропия газовой смеси двух одинаковых порций одного и того же газа равна сумме энтропий обеих порций, когда каждая из них в отдельности занимает весь объем без $2kM\ln 2$ » [98, с.1893; 101, с.70] (в общем случае, соответственно, L_x).

Таким образом, если выше мы интерпретировали переход формул (27) в (30) и (31) в (33) (в части поведения L_x) как обращение члена L_x в нуль, то, согласно Б. М. Кедрову, этот переход обусловлен исчезновением L_x в формуле для энтропии смеси, а, согласно И. П. Базарову — появлением в той же формуле слагаемого $-L_x$ (при этом подразумевается, что смесь одинаковых газов характеризуется теми же, отличающимися от 0 и 1, параметрами x_1 и x_2). Разумеется, такие интерпретации формально допустимы, однако порождают ряд проблем логического характера, поскольку у каждого из указанных авторов подразумевается, что при переходе от различных к тождественным газам изменяются не только значения параметров системы, но и формулы, по которым вычисляется энтропия системы.

В тех случаях, когда речь идет о физических величинах, появление или исчезновение слагаемых в формулах, которыми они выражаются, может привести к переходу от одной функции к другой. (Например, если в формуле для энтальпии $H = U + pV$ исчезнет член pV , то получится формула для внутренней энергии). Если энтропия смеси является функцией парциальных давлений p_i — параметров, которыми, по мнению Б. М. Кедрова, чистый газ не обладает, то логично заключить, что функция, именуемая энтропией смеси, для чистого газа не существует (как не существует сумма углов окружности). Соответственно, связывая скачок энтропии при переходе от смеси к чистому

газу с исчезновением парциальных давлений, необходимо предварительно доказать, что энтропия смеси и энтропия чистого газа — функции одного рода, несмотря на то, что одна является функцией парциальных давлений, а вторая — функцией полного давления. Такого доказательства у Б. М. Кедрова нет.

И. П. Базаров приводит доказательство «видоизмененной теоремы Гиббса» [101, с.315]. Однако если принять его интерпретацию различия формул для энтропии смеси и чистого газа, то можно прийти к заключению, будто параметры чистого газа x_i зависят от того, каким образом происходит переход от смеси к чистому газу: путем устремления одного x_i к 1, а второго к нулю или путем перехода к тождественным компонентам при постоянных значениях x_i . Кроме того, И. П. Базаров писал о скачке изменения парциальной плотности газа при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов [98, 101, с.70-71, 100, с.539]. А так как плотность i -го газа зависит от n_i , то скачку изменения плотности должен соответствовать скачок изменения n_i и x_i , чему противоречит использование видоизмененной теоремы Гиббса, поскольку ее применение предполагает постоянство n_i и x_i при переходе к тождественным газам. Поэтому представляется наиболее логичным принять допущение (40) и считать, что при переходе от различных газов к тождественным L_x обращается в нуль.

Нужно подчеркнуть: автор употребил выражение «представляется наиболее логичным принять допущение (40)» не из вежливости, а как выражающее существо дела. Автор отдает себе отчет в том, что приведенных им в настоящем разделе аргументов недостаточно для того, чтобы обосновать, например, то, что при переходе от различных к тождественным газам парциальное давление одного газа не исчезает, а именно обращается в нуль. Однако этот вопрос имеет смысл обсуждать при выяснении причин (физических оснований) скачка энтропии смешения.

Мы представили здесь точки зрения Б. М. Кедрова и И. П. Базарова, поскольку в их работах подтверждается тот вывод, что для получения заключения о скачке энтропии смешения при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов недостаточно формул (3), (9), (15), (16) и посылки о переходе от смешения различных к смешению тождественных газов. На основе этих посылок можно получить только заключение о переходе первого слагаемого в фигурных скобках формулы (27) в аналогичное слагаемое формулы (30). Для получения заключения о парадоксальном скачке энтропии смешения, связанного со скачком слагаемого L_x , необходима **еще одна посылка** (такая, какая была принята автором настоящей монографии, либо такие, какие были приняты указанными авторами). В то же время, как следует из проведенного анализа, заключение о скачке энтропии смешения в классической термодинамике в любом случае

получается без использования допущения о существовании дискретных различий между параметрами смешиваемых газов.

Без посылки о том, что смесь тождественных газов необходимо считать чистым газом, невозможно получить заключение о парадоксальном скачке энтропии смеси и в рамках статистической термодинамики. Вот одна из формулировок парадокса Гиббса, получаемая в рамках этой теории.

«В больцмановском случае, как бы ни были близки по своим свойствам газы А и В, энтропия смеси N_1 атомов А и N_2 атомов В равна

$$S = kN_1 \ln(V/N_1) + kN_2 \ln(V/N_2) + (N_1 + N_2)f(T),$$

где $f(T)$ - функция, не зависящая от объема и числа частиц. В то же время энтропия смеси $(N_1 + N_2)$ полностью тождественных атомов равна

$$S' = k(N_1 + N_2) \ln[V/(N_1 + N_2)] + (N_1 + N_2)f(T),$$

т.е. $S' \neq S$. Ясно, что рассмотренный парадокс эквивалентен парадоксу Гиббса в его обычной формулировке» [201, с.86].

Понятно, что без дополнительной посылки, основываясь только на положении о переходе от различных к тождественным газам, перейти от первой формулы ко второй нельзя.

В работах Б. М. Кедрова и И. П. Базарова [316, 98, 101] много внимания уделяется обоснованию того, почему смесь тождественных газов необходимо считать чистым газом и нельзя считать смесью. Мы не будем здесь рассматривать этот вопрос как относящийся к физическим основаниям парадокса Гиббса. Выскажем только **мнение**: подобно тому, как невозможно доказать, что четырехугольник нельзя считать четырехугольником, если один из его углов равен 180° , невозможно доказать на основе фактов, что смесь одинаковых газов нельзя считать смесью. В то же время, если в теории используются формулы (9)–(10), (16), но нет запрета рассматривать чистый идеальный газ как смесь тождественных газов, то энтропия чистого идеального газа не будет однозначной функцией состояния, поскольку тогда для одного и того же состояния идеального газа можно получать различные значения энтропии, приписывая газу различные значения x , сумма которых равна 1.

С нарушением этого запрета связаны формулировки парадокса Гиббса, которые касаются вроде бы особенностей применения теоремы Гиббса об энтропии смеси идеальных газов.

Согласно (9) и (16), энтропия смеси xn и $(1-x)n$ (соответственно n) молей одного и того же газа равна

$$S(xn, V, T) + S((1-x)n, V, T) = S(n, V, T) + L, \quad (42)$$

где $S(n, V, T)$ – величина, определяемая формулой (9).

Этот результат противоречит формуле (9). Обнаружив это противоречие, Ван-дер-Ваальс и Констамм [156, с.199] написали: «...кажется, что наш общий принцип для вычисления энтропии

(принцип аддитивности энтропии (теорема Гиббса), выражаемый формулой (5) – В.И.) всегда применим к двум количествам различных газов, но не применим к отдельным порциям одного и того же газа». Это противоречие обусловлено тем, что при вычислении энтропии одного состояния одной и той же системы один раз принимается $x_1=1$, $x_2=0$, а второй раз – $0 < x_i < 1$. Подобным образом можно прийти к противоречию, вычисляя сумму углов, если одну и ту же геометрическую фигуру рассматривать то как треугольник, то как четырехугольник с одним углом, равным 180° .

Поскольку так называемая свободная энергия F связана с энтропией соотношением $F = U - TS$, а смешение идеальных газов происходит при постоянных T и U , некоторые математические свойства величины F смеси идеальных газов аналогичны математическим свойствам энтропии смеси. В частности, то, что значение свободной энергии газа зависит от того, рассматривается он как чистый газ или как смесь одинаковых газов [376, 390], связано с тем, что для одной и той же системы принимается один раз $x_1=1$, $x_2=0$, а другой раз – $0 < x_i < 1$.

Подобные противоречия не возникнут, а S и F будут определяться однозначно, если смесь тождественных газов принято считать чистым газом.

Об одной дискуссии по поводу парадокса Гиббса

В дискуссии по поводу парадокса Гиббса, в которой участвовали, с одной стороны – И. П. Базаров, а с другой – В. Л. Любошиц и М. И. Подгорецкий (см. [98, 99, 101, 397, 398, 201]), обсуждался, в частности, вопрос об отношении к парадоксу Гиббса случая смешения газов с различными давлениями (и равными начальными температурами). По мнению В. Л. Любошица и М. И. Подгорецкого, то обстоятельство, что в этом случае энтропия является непрерывной функцией давлений, демонстрирует возможность устранения парадоксального скачка в случае газов с плавно изменяющимися параметрами близости. По мнению И. П. Базарова, случай смешения газов с различными начальными давлениями не имеет отношения к парадоксу Гиббса, поскольку относится к другому виду смешения – процессу Гей-Люссака. Этот спор легко разрешается на основе проведенного выше анализа.

Из формул (27) и (30) следует, что изменение энтропии при смешении как различных, так и тождественных газов с различными начальными давлениями и равными температурами равно сумме L_x и второго слагаемого в фигурных скобках формул (27) и (30), которое зависит от соотношения начальных давлений газов. То обстоятельство, что второе слагаемое в фигурных скобках непрерывно стремится к нулю при непрерывном стремлении к нулю разницы начальных давлений газов, разумеется, не имеет никакого отношения к парадоксу Гиббса, появление которого, как показано выше, связано со слагаемым L_x .

Те же оппоненты не пришли к единому мнению в вопросе об отношении к парадоксу Гиббса особенностей поведения энтропии смешения смесей. Согласно В. Л. Любошицу и М. И. Подгорецкому, то обстоятельство, что энтропия смешения смесей непрерывно переходит в нуль при непрерывном переходе от смешения различных к смешению тождественных смесей, демонстрирует возможность устранения скачка для газов с плавно изменяющимися параметрами различия [201, 397, 398]. По мнению И. П. Базарова, случай смешения смесей не имеет отношения к парадоксу Гиббса, т.к. обусловлен процессом Гей-Люссака [98, 99, 101].

Чтобы разобраться в этом вопросе, запишем выражение для энтропии смешения двух бинарных смесей и проанализируем ее поведение при сближении состава смесей. Пусть первая смесь содержит n_{11} молей газа 1 и n_{21} молей газа 2, вторая, соответственно, n_{12} молей газа 1 и n_{22} молей газа 2. После смешения образуется смесь, содержащая n_1 молей газа 1 и n_2 молей газа 2. Для упрощения анализа предположим, что смешиваемые смеси имеют равные начальные температуры, давления и объемы, и что $n_1 = n_2 = 1$. При таких ограничениях $n_{11} + n_{21} = n_{12} + n_{22} = 1$; $x_{11} = x_{22}$; $x_{12} = x_{21}$, а для тождественных смесей $x_{11} = x_{22} = x_{12} = x_{21} = 0,5$. Из (3), (9), (16), (16), (24), (25) с учетом названных ограничений следует:

$$\begin{aligned} \Delta S_{cc} &= L_x - (L_{x_1} + L_{x_2}) = \\ &= (n_1 + n_2)R \ln(n_1 + n_2) - R(n_{11} + n_{21})(-x_{11} \ln x_{11} - x_{21} \ln x_{21}) + \\ &\quad + R(n_{12} + n_{22})(-x_{12} \ln x_{12} - x_{22} \ln x_{22}) = \\ &= 2R \ln 2 + R(x_{11} \ln x_{11} + x_{21} \ln x_{21} + x_{12} \ln x_{12} + x_{22} \ln x_{22}) \end{aligned} \quad (43)$$

где ΔS_{cc} – энтропия смешения смесей; L_{x_j} , x_j – параметры j -той смеси в начальном состоянии системы; n_i , x_i , L_x – параметры смеси, образовавшейся после устранения перегородки.

Для случая смешения чистых газов 1 и 2 $x_{11} = x_{22} = 1$; $x_{21} = x_{12} = 0$ и, с учетом (40), формула (43) переходит в формулу (32).

Как следует из (43), при непрерывном сближении составов первой и второй смеси, т.е. при непрерывном стремлении всех x_j к 0,5, функция ΔS_{cc} непрерывно стремится к нулю и при переходе от смешения различных к смешению одинаковых смесей обращается в нуль без скачка. Нетрудно заметить, что такое отличие поведения ΔS_{cc} от ΔS_c обусловлено тем, что формула (43) в отличие от формулы (32) содержит отличающиеся от нуля и зависящие от состава смесей слагаемые. Появление этих отличающихся от нуля слагаемых в формулах для энтропии смесей обусловлено тем, что для смесей – в отличие от чистых газов – параметры x_i отличаются от 1 и могут изменяться. Таким образом, случай смешения смесей принципиально отличается от случая смешения чистых газов и не имеет отношения к парадоксу Гиббса.

В.Л.Любошиц и М.И.Подгорецкий посвятили ряд работ обоснованию тезиса о том, что «когда параметры близости (смешиваемых газов, — В.И.) могут изменяться непрерывно, ...величина ΔS также меняется непрерывно и не испытывает никакого скачка при переходе от близких газов к одинаковым» [201, с.53]. В качестве примера таких газов они называли поляризованные газы и утверждали, что энтропия смешения таких газов ΔS является непрерывной функцией непрерывного параметра близости — угла между направлениями поляризации (см. [201, 397, 398]) и что при непрерывном переходе этого угла в нуль ΔS без скачка обращается в нуль — «парадокс Гиббса исчезает» [398] (см. также [201, 397]). Вывод об исчезновении парадокса Гиббса авторы основывают на соответствующих формулах.

Обратим внимание на то, что при выводе этих формул В. Л. Любошиц и М. И. Подгорецкий используют не только формулы вида (1) — (9), но также и посылку: «с макроскопической точки зрения газ, содержащий N атомов с поляризацией P представляет собой некогерентную смесь...» [397, с.549] (см. также [201, с.59]), на основании которой энтропию такого газа определяют по формуле для энтропии смеси различных газов [201, 398]. Таким образом, зависимость энтропии смешения от угла между направлениями поляризации и, соответственно, «исчезновение парадокса Гиббса» у этих авторов обусловлено не только особенностями поляризованных газов, но и вследствие приписывания чистым газам специфических особенностей смесей — переменности и отличия от 1 величин x_i , а также использованием для определения энтропии чистого газа вместо формулы вида (9) формулы вида (23). Разумеется, такой способ устранения парадокса Гиббса, при котором, наряду с декларируемым допущением о существовании непрерывного перехода от одного газа к другому, производится замена одной исходной формулы другой, является логически некорректным¹. Если оставаться в рамках классической термодинамики или любой другой теории, где используются формулы вида (3), (9), (15), (16), не допускать для чистых газов переменности параметров x_i и не использовать для нахождения энтропии чистого газа формулы для энтропии смеси, то заключение о парадоксальном скачке энтропии смешения, обусловленное поведением члена L_{ij} , устранить нельзя.

Таким образом, в дискуссии с В. Л. Любошицем и М. И. Подгорецким по всем обсуждавшимся вопросам И. П. Базаров оказался прав. Однако он не сумел привести убедительные аргументы в подтверждение своей точки зрения, поскольку не уделил должного внимания математической стороне парадокса Гиббса.

¹ Это замечание касается и способов устранения парадокса Гиббса, предложенных в работах [120, 158, 625].

Некоторые ошибки в работах, посвященных парадоксу Гиббса

Выше говорилось о том, что авторы, рассматривавшие парадокс Гиббса, упускали из виду его логическую и математическую стороны, не учитывали того, что заключение о скачке энтропии смешения получено путем логического вывода, и что в парадоксе речь идет о функции, для которой можно вывести формулу. Приводились также слова С. Д.Хайтуна о том, что «решение утвердит себя как истинное решение парадокса Гиббса, когда оно даст ключ к пониманию и упорядочению всех остальных решений» [610, с.4-5].

Хотя выяснение логических оснований парадокса Гиббса не является его решением, однако знание этих оснований дает ключ к пониманию причин неудач тех, кто раньше занимался данным парадоксом, поскольку позволяет указать на ошибки, допущенные различными авторами при рассмотрении данного парадокса.

Прежде всего укажем на то, что поскольку парадокс Гиббса получается путем рассуждений в рамках классической термодинамики, то попытки применения для его объяснения статистической термодинамики, квантовой механики, теории информации — являются привлечением для объяснения данного парадокса не имеющих отношения к нему обстоятельств. Когда в арифметике получается **парадоксальный** вывод $1+1=3$, его объясняют в рамках арифметики, не привлекая химию, где изменение объема в процессе химической реакции — дело обычное.

Если бы парадоксальное слагаемое энтропии смешения действительно имело бы смысл информации (как утверждает С. Д.Хайтун [610, с.95]), то это слагаемое не появилось бы в формулах, полученных в рамках классической термодинамики.

Подобным образом, вывод о скачке энтропии полученный в рамках статистической термодинамики, нельзя объяснять интерференцией волн де Бройля (как это предлагал А. Эйнштейн [648, с.497] и повторил вслед за ним И. Е. Тамм [555, с.140]), поскольку среди посылок рассуждения, в котором получается это заключение (в рамках классической термодинамики), нет посылки о существовании волн де Бройля.

Теперь укажем на ошибки, которые обусловлены тем, что различные авторы не принимали во внимание математическую сторону парадокса Гиббса.

Поскольку скачок энтропии смешения, о котором идет речь в парадоксе Гиббса, обусловлен скачком L_x , а L_x , согласно (26), является функцией только количеств газов (n_i), то ошибочными являются утверждения об обусловленности скачка энтропии смешения тем фактом, что «химическое различие двух газов, или вообще двух веществ, не может быть представлено непрерывно изменяющейся величиной»

[479, с.237], или тем, что «между различными видами атомов (например, атомами Н и He) нет никакого непрерывного перехода» [266, с.108]. Эти факты не имеют к парадоксальному скачку энтропии смешения идеальных газов никакого отношения, поскольку относятся только к различию параметров чистых газов, а из тех, от которых зависит энтропия, — только к различию величин c_i или S_{oi} . Последние величины не входят в формулу (26) и не могут влиять на функцию, которая выражается этой формулой.

В. Б. Губин писал:

«...Правильная теория должна быть в состоянии разрешать парадоксы Гиббса в классическом случае без обращения к квантовой механике и без запрета плавного изменения свойств частиц, причем энтропия при непрерывном переходе к одинаковым частицам не должна испытывать скачка» [218, с.517].

Он упустил из виду то обстоятельство, что в парадоксе Гиббса речь идет об определенной физической величине — определенной функции параметров системы. После того, как функция определена, власть физика над ней заканчивается. Физик может изучать поведение функции (при желании, одобрять его или осуждать), но не может указывать функции, как она должна вести себя в том или ином случае.

В работе [201] есть такое рассуждение:

«парадокс Гиббса заключается в том, что утверждается существование скачка в поведении величины ΔS при непрерывном сближении некоторых параметров, характеризующих смешиваемые газы. Возникает, однако, существенный вопрос: возможно ли фактически такое сближение, не противоречит ли оно законам физики? Если такое сближение возможно, а скачок величины ΔS остается, ситуацию следует считать действительно парадоксальной. Если же различия между газами могут меняться только дискретно, парадокс исчезает, поскольку нет ничего удивительного в том, что при дискретном изменении свойств газов свойства смеси также меняются дискретно» [201, с.52].

Здесь не учитывается то обстоятельство, что величина скачка не зависит от различия в свойствах газов, тогда как обычно величина скачка какой-либо функции, обусловленного скачком аргумента, зависит от величины скачка аргумента.

Б. М. Кедров так излагал парадокс Гиббса:

«Значение энтропии любых бинарных смесей, независимо от природы различия смешанных компонентов, содержит логарифмический член, обозначаемый нами далее через L_x :

$$L_x = -R((1-x)\ln(1-x) + x\ln x).$$

Этот член является функцией исключительно взаимной концентрации газов x и совершенно не зависит от того, насколько химически различны смешанные газы. Как раз на этот же член происходит увеличение энтропии при диффузии газов. Однако по совершенно непонятным на первый взгляд

причинам значение энтропии не изменяется, если мы смешиваем $(1-x)$ моля одного компонента с x молями того же самого компонента, и в этом случае концентрационный член L_x отсутствует. Но с точки зрения отдельных молекул процесс смешения газов, состоящих из одного компонента, не отличается от обычного процесса диффузии разных газов. Таким образом, вопрос сводится к выяснению причины, почему при тождестве компонентов L_x математически обращается в нуль» (выделено мной – В.И.) [316, с.23-24].

Похоже, будучи человеком гуманитарного склада ума, Кедров не задал вопрос, который сам собой напрашивается, когда видишь приведенную им формулу: при каких значениях аргумента x функция L_x обращается в нуль, и, далее: как согласовать обращение L_x в нуль с приведенной формулой? Вместо этого он для объяснения обращения L_x в нуль стал привлекать представление о переходе количества в качество (неоднородной смеси в однородный газ), не учитывая того, что энтропия и L_x – совершенно определенные функции определенных аргументов, и что среди этих аргументов нет такого, как «однородность-неоднородность».

Будучи не-математиком, Б. М. Кедров написал:

«Оперируя энтропией как чисто математической функцией свойств системы, физики и математики полностью отвлеклись от лежащего в основе соответствующих математических выражений физического закона (закона Дальтона)» [316, с.11].

В действительности физики оперировали энтропией смешения не как функцией, а как физической величиной, найденной путем измерений, свойства которой могут быть связаны с любыми свойствами систем, для которых она измерена. Если бы физики оперировали энтропией как функцией, то, разумеется, стали бы выяснять, с изменением каких аргументов связан скачок этой функции, как это сделал автор настоящей монографии.

Выводы

Парадокс Гиббса в форме неоднозначности в определении изменения энтропии при «смешении» тождественных газов появляется вследствие логической ошибки в аргументации, когда вычисление значения изменения энтропии при смешении тождественных идеальных газов подменяют рассуждениями о величине этого изменения.

Парадокс Гиббса в форме утверждения о необычных математических свойствах энтропии смешения идеальных газов в классической термодинамике является логически необходимым заключением из ряда посылок, среди которых, вопреки широко распространенному мнению, нет посылки о существовании дискретных различий между параметрами смешиваемых газов.

Появление заключений о скачке энтропии смешения при переходе от смешения различных к смешению тождественных газов и о независимости величины этого скачка от свойств смешиваемых газов в классической термодинамике обусловлено тем, что в этой теории: (I) формулы для энтропии чистого идеального газа содержат слагаемое вида $R \ln p_i$; (II) энтропия смеси идеальных газов равна сумме энтропий компонентов; (III) энтропия системы, состоящей из разделенных непроницаемыми перегородками подсистем, равна сумме энтропий подсистем; (IV) смесь тождественных идеальных газов необходимо считать чистым газом, у которого молярная доля основного вещества равна 1. Физическими основаниями парадокса Гиббса являются физические основания посылок (I) – (III). Посылка (IV), по видимому, не имеет физических оснований.

Известные способы устранения парадокса Гиббса, полученного в рамках классической термодинамики, являются логически некорректными, так как основаны на замене какой-либо из исходных формул. Если же исходить из формулы для энтропии чистого идеального газа, содержащей слагаемое вида $R \ln p_i$, а также из посылок (II) и (III) (т.е. формул (15) и (16)), то «устранить» заключение о скачке энтропии смешения при переходе от смешения различных к смешению тождественных идеальных газов можно только на основе абсурдного допущения о существовании таких чистых газов, у которых молярная доля основного вещества не равна 1.

Парадокс Гиббса, сформулированный в рамках классической термодинамики, как результат определенных рассуждений, должен объясняться в рамках этой теории. Привлечение положений статистической термодинамики, квантовой механики, теории информации для объяснения вывода о скачке энтропии смешения, полученного в рамках классической термодинамики, так же непригодно, как привлечение понятия молекулы для объяснения уравнения $1+1=1$, полученного в рамках арифметики.

Объяснения парадокса Гиббса, сформулированного в рамках статистической термодинамики, квантовой механики, теории информации, необходимо начинать с нахождения логические оснований этого парадокса в рамках соответствующих теорий. Результаты, полученные в рамках одной теории, нельзя без должного обоснования переносить на другую теорию.

Правильное применение материалистической диалектики, в частности, сознательное использование категории противоречия, позволяет вносить ясность в «вечные» теоретические проблемы даже после того, как ими занимались нобелевские лауреаты.

Глава шестая

Взгляд марксиста на релятивистскую космологию и актуальные проблемы физики космоса

Предварительные замечания

Космологией называется «наука, исследующая Вселенную как целое» [253, с.11], наука «о строении и эволюции Вселенной» [258, с.2], «наука, которая занимается изучением крупномасштабной структуры и эволюции Вселенной» [531, с.11]. Космологию также определяют как «учение о Вселенной как целом и о всей охваченной астрономическими наблюдениями области Вселенной (Метагалактике) как части этого целого» [590, с.315] (см. также [589, с.416; 595, с.72]). Читателю, который заинтересуется, является ли космология наукой или учением, а также чем предмет космологии отличается от объекта космологии, следует обратиться, например, к работам [260, 279, 471]. Автор же исходит из того, что космология является наукой, а целью науки является истинное познание мира.

Содержание понятия «Вселенная» мы обсудим ниже, а предварительно, в соответствии с обычным словоупотреблением, будем понимать под Вселенной изучаемый астрономией, астрофизикой, космологией окружающий нас мир.

Выводы наук о Вселенной, о космических объектах и явлениях имели и имеют огромное значение для философии.

«Великий основной вопрос всей, в особенности новейшей, философии есть вопрос об отношении мышления к бытию» [18, с.282], «о том, что является первичным: дух или природа» [там же, с.283]. «После того, как население Европы пробудилось от долгой зимней спячки христианского средневековья... этот вопрос... вопреки церкви принял более острую форму: создан ли мир богом или он существует от века?» [там же].

«Философы разделились на два больших лагеря сообразно тому, как отвечали они на этот вопрос. Те, которые утверждали, что дух существовал прежде природы, и которые, следовательно, в конечном счете, так или иначе признавали сотворение мира, — а у философов, например у Гегеля, сотворение мира принимает нередко еще более запутанный и нелепый вид, чем в христианстве, — составили идеалистический лагерь. Те же, которые основным началом считали природу, примкнули к различным школам материализма» [18, с.283].

Не один век развитие наук о Вселенной — астрономии и космогонии (науки, изучающей происхождение и развитие небесных тел и их систем) — способствовало преодолению религиозных представлений и утверждению материализма. Великая революция в естествознании,

поколебавшая тысячелетние верования и представления, началась с выхода в свет сочинения Николая Коперника «Об обращении небесных сфер» (1543 г.). Учение Джордано Бруно о бесконечной Вселенной и о существовании других миров, астрономические открытия Галилея, гипотеза Канта-Лапласа о происхождении Солнечной системы шаг за шагом доказывали несостоятельность религиозных представлений о сотворении мира богом, преодолевая сопротивление церковников. Двести лет назад, в начале XIX века астрономия устами П. С. Лапласа гордо заявила о ненужности гипотезы о Творце.

«Но вопрос об отношении мышления к бытию имеет еще и другую сторону: как относятся наши мысли об окружающем нас мире к самому этому миру? В состоянии ли наше мышление познавать действительный мир, можем ли мы в наших представлениях и понятиях о действительном мире составлять верное отражение действительности?» [18, с.283].

Открытие «на кончике пера» планеты Нептун, определение посредством спектрального анализа химического состава звездных атмосфер стали убедительнейшими доказательствами способности человека к познанию мира.

В XX веке были получены новые данные наблюдений, кардинально изменившие астрономическую картину мира (см. например [143, 188, 236, 239, 330, 474, 637, 589]). Если на протяжении тысячелетий астрономические наблюдения производились только в видимом свете, то во второй половине XX века были созданы радио-, инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-телескопы – астрономия стала всеволновой, а радиус наблюдаемой Вселенной увеличился в тысячи раз. В XX веке было установлено строение нашего, как писали в XIX веке, звездного острова – нашей Галактики, открыты другие галактики, скопления галактик, пульсары, квазары...

В XX веке произошла революция и в космологии, начало которой положили работы А. Эйнштейна, А. А. Фридмана, Ж. Леметра.

«В 20-х годах классическая, Ньютонова космология, согласно которой Вселенная рассматривалась как статическая система, безграничная в пространстве и во времени, сменилась релятивистской теорией нестационарной расширяющейся Вселенной» [297, с.608].

После этого отношение церковников и разного рода верующих к науке о Вселенной решительно изменилось.

«В 20 веке христианская церковь поддерживает новые достижения в науке вообще, и в космологии в частности. Свидетельством этому может служить признание церковью теории Большого Взрыва как теории, подтверждающей описание творения мира Богом, данное в Библии. Папа Пий XII фактически признал, что теория Большого Взрыва подтверждает библейское описание творения мира. Такой союз науки и религии обещал достижение научно-религиозного единства знания о естественном мире. Этим

актом церковь совершает действие, прямо противоположное тому, которое было совершено в начале 17 в. – выносит положительное решение относительно адекватности научной теории» [472] (см. также [238, с.49-61]).

Сегодня имеется огромное множество публикаций, где представители различных церквей и верований обосновывают мифы творения ссылками на современную космологию (см. например [125, 440, 510, 514, 569]).

Материалисты и атеисты не должны взирать на это, подобно кротким овцам. Необходимо разобраться, действительно ли сегодня наука подтверждает религиозные мифы.

Основные положения релятивистской космологии

Имеется множество книг и статей, научных и научно-популярных, содержащих сведения о релятивистской космологии и истории ее развития (см. напр. [143, 155, 207, 236, 252, 253, 258, 261, 331, 352, 373, 435, 449, 450, 471, 478, 487, 531, 589, 618, 628]). Знакомясь с ними, можно составить картину «Вселенной в целом», как она рисуется этой космологией.

«Читатель, конечно же, знает, что мы живем в расширяющейся Вселенной» [449, с.4]. «...1929 г. Э.Хаббл... окончательно доказал, что удаленные галактики разбегаются¹, причем их скорость растет с расстоянием в согласии с соотношением $v=HR$, получившим название закона Хаббла» [207, с.75].

«Сегодня² главные вопросы космологии и космогонии исследуются в рамках теории *Большого взрыва*» [531, с.11], которую называют также теорией горячей Вселенной. «Теория Большого взрыва рисует грандиозную картину космической эволюции. Около 20 млрд. лет назад³ началось космологическое расширение...» [там же, с.16]. «Считается, что в момент большого взрыва размеры Вселенной были равны нулю, а сама она была бесконечно горячей» [618, с.103]. «В течение считанных минут после большого взрыва протекли некоторые ядерные реакции; по существу весь гелий во Вселенной синтезировался в то время. По мере расширения Вселенная охлаждалась примерно так же, как, расширяясь, охлаждается горячий воздух...» [531, с.16].

О том, насколько детально релятивистская космология рисует картину эволюции Вселенной, можно судить по названиям параграфов в книге И. Д. Новикова «Эволюция Вселенной»: «Первые мгновения», «Последующие пять минут», «Через миллион лет» [450, с.105-121] или

¹ «...Галактики разбегаются как горсть тараканов, брошенных на стол» [169, с.360].

² Написано в 1980 г., однако применимо и к воззрениям, господствующим в начале XXI в.

³ Сегодня пишут – 13,7 млрд. лет назад (см. например [352]).

по названию книги С.Вайнберга «Первые три минуты» [155]. (Время отсчитывается от состояния с бесконечной плотностью, которое называется сингулярным состоянием).

«...Например, в момент $\tau=1$ сек температура была около 1Мэв, т.е. 10^{10} градусов, плотность 10^6 г/см³. Кроме квантов, в равновесии было столько же пар электронов и позитронов. При этом сложные ядра не могли существовать... По мере расширения исчезали позитроны. Часть нейтронов распалась, остальные нейтроны соединились с протонами и в конечном счете дали состав: 70% водорода и 30% гелия, следы дейтерия и гелия-3. Практически полностью отсутствуют более тяжелые элементы... ..Уже в близкую к нам эпоху, плотность массы обычного вещества превышает плотность фотонов, вещество находится в виде нейтральных атомов...» [258, с.17-18].

«В целом можно считать твердо установленной общую картину эволюции, объединяемую названием «теория горячей Вселенной» [там же, с.17] ¹, — заявили три десятилетия назад Я.Б. Зельдович и И.Д. Новиков. Подобные утверждения встречаются и у других авторов. И основания для таких утверждений были: подавляющее большинство космологов изображает картину эволюции Вселенной почти одинаково.

Нет разногласий и в отношении будущего Вселенной.

«Вселенной предстоит неограниченное расширение» [450, с.52]. Через 10^{14} лет погаснут звезды, через 10^{19} лет разрушатся галактики [449, с.163], через 10^{32} лет «все вещество полностью разрушится, звезды и планеты превратятся в фотоны и нейтрино» [там же, с.165], а «через 10^{100} лет во Вселенной не останется практически ничего, кроме электрон-позитронной плазмы ничтожной плотности» [там же, с.166]. «Бесконечное пространство, холод и мрак, будущее без перемен — вот неизбежный итог открытой Вселенной» [531, с.311].

А что же дальше?

«Нельзя ли вечное существование Вселенной сделать стационарным в среднем, предположив, что эволюция является осциллирующей: за сингулярностью следует расширение, которое плавно замедляется и сменяется сжатием, сжатие протекает, убыстряясь, и заканчивается коллапсом?» — спрашивают Я.Б.Зельдович и И.Д.Новиков [258, с.700]. И отвечают: «Второе начало термодинамики запрещает осциллирующую модель...» [там же].

Следовательно, возврата в прошлое не будет, а будет «холод и мрак», «будущее без перемен», конец. А раз будет конец, то, значит, было начало? Да, — отвечают многие известные физики.

¹ Спустя некоторое время академик Я.Б.Зельдович выразился еще категоричнее: «Теория «Большого взрыва» в настоящее время не имеет скольконибудь заметных недостатков. Я бы даже сказал, что она столь же надежно установлена и верна, сколь верно то, что Земля вращается вокруг Солнца» [253, с.12].

«...Удельная энтропия нашей Вселенной (на один барион) конечна. Отсюда следует, что *Вселенная* пережила в прошлом лишь конечное число циклов, *имеет конечное время существования...*» (курсив мой, — В.И.) [258, с.701]. «Важнейший смысл закона расширения Вселенной Хаббла состоит в том, что он утверждает конечность времени существования Вселенной» [638, с.97-99]. «Независимо от природы расширения совершенно ясно, что в прошлом оно не могло продолжаться вечно» [208, с.120]. «По мере того как множились экспериментальные и теоретические результаты, становилось все более ясно, что у Вселенной должно быть начало во времени. Наконец в 1970 г. мы с Пенроузом доказали это, исходя из общей теории относительности Эйнштейна» [618, с.50].

Таким образом, согласно релятивистской космологии, Вселенная не только эволюционирует, расширяется, но и имеет начало во времени.

Кроме названных «твердо установленных» выводов, в работах космологов упоминаются и нерешенные проблемы, из которых внимание любого материалиста и атеиста должны привлечь следующие.

Во-первых, проблемы, связанные «с самым началом».

«С чего началось расширение? Как расширялся мир в самом начале? Была ли бесконечной плотность материи в начале расширения? Что было до начала наблюдаемого расширения?» [258, с.24].

«..Насколько достоверен вывод о начале расширения, о состоянии огромной плотности всего вещества (как говорят, — о сингулярном состоянии), какие процессы протекали в этом сверхплотном веществе, что заставило вещество Вселенной расширяться, наконец, что было до начала расширения, до момента сингулярности?!» [450, с.35] (см. также [380, с.26; 379, с.187]).

«Происхождение Вселенной — ключевая проблема современной космологии» — так называется раздел книги А.Н. Павленко [471, с.197-213].

В этой книге автор цитирует известных космологов А.Гуса и П. Сейнхарда: «Инфляционная модель Вселенной препятствует возникновению механизма, с помощью которого наблюдаемая Вселенная могла бы эволюционировать из некоторой области. Это сблизняет сделать еще один шаг дальше и предположить, что Вселенная родилась буквально из ничего» [там же, с.155]. «...Если Гус и Сейнхард предлагают под «ничто» понимать пустое пространство, то А.Виленкин из Тафтского университета описывает «Ничто» как состояние, лишённое пространства, времени и материи» [там же].

Таким образом, решая проблему происхождения Вселенной, релятивистская космология в 80-х гг. XX века пришла к выводу об образовании Вселенной из ничего. (См. также [109]).

Чтобы читатель лучше осознал, что имеют в виду, когда говорят «из ничего», сошлемся на статью академика Я.Б.Зельдовича «Возможно ли образование Вселенной «из ничего»?» [255], опубликованную в

1988 г. в научно-популярном журнале АН СССР «Природа». В ней, в частности, обсуждается вопрос: «неужели все сущее, все наблюдаемое могло образоваться буквально «из ничего»?» [255, с.17]. Автор рассматривает две трактовки слов «ничего», «из ничего». Согласно первой, «можно представить себе пустое пространство Минковского... В квантовой теории метрика пространства тоже флюктуирует...» [там же, с.22]. Когда возникает очень большая флюктуация, рождается Вселенная — из пустого пространства Минковского (как у Гуса и Сейнхарда).

«Второй популярный вариант состоит в рассмотрении только одного замкнутого мира (без подстилающего его пространства Минковского). Тогда до «начала» не было буквально ничего, никакой метрики, в частности, не было и времени (как у Виленкина, — В.И.). Классические уравнения движения не имеют решения нужного типа. Значит, следует искать квантово-механическое решение...» [там же, с.23-24].

Обратим внимание на слова «следует искать». Они означают: в возможности образования Вселенной из ничего академик АН СССР не сомневался, что, кстати, подтверждает один очевидец:

«Я.Б.Зельдовичу, докладывавшему аудитории о квантовом рождении Вселенной «из ничего», был задан вопрос: «Но нужен ли Вам хотя бы физический вакуум?», на что последовал блестящий ответ в духе Лапласа Наполеону: «Я не нуждаюсь в этой гипотезе!» Ниже мы попытаемся показать, что в действительности нет никакой необходимости в предположении о «чем-то», «из чего» произошла Вселенная» [621, с.91].

Второй род проблем, которые обсуждаются космологами и тоже должны привлечь внимание любого материалиста и атеиста, — вопрос о бесконечности Вселенной.

«Сфера имеет конечную площадь поверхности, но не имеет границ. Плоское существо, ползущее по сфере, никогда не встретит края, границы. Но сфера не бесконечна!..

Обратимся к трехмерному пространству. Оказывается, его искривленность может быть подобна искривленности сферы. Оно может замыкаться само на себя, оставаясь безграничным, но конечным по объему (подобно тому, как сфера конечна по площади). ...Неизвестно, открыта ли наша Вселенная или закрыта» [449, с.44-45].

«От значения плотности (вещества, — В.И.) зависит также важное свойство Вселенной — ее общая геометрическая структура: конечность или бесконечность. При $\rho > \rho_c$ Вселенная конечна, хотя и безгранична, подобно тому как конечна, но не имеет границ поверхность шара. При $\rho < \rho_c$ Вселенная бесконечна и в этом смысле не отличается от классического трехмерного евклидова пространства» [258, с.14]. «...Ответа на вопрос, больше ли средняя плотность, чем ρ_c , или нет и, следовательно, бесконечна ли Вселенная или конечна, до сих пор нет» [там же, с.17].

Заметим, что в свое время ответ на этот вопрос не представлял загадки для А. Эйнштейна. В 1917 г. в разделе «О мире как целом» работы «О специальной и общей теории относительности» он писал:

«Из сказанного следует, что мыслимы замкнутые пространства, не имеющие границ. Среди них выделяется своей простотой сферическое¹ (и соответственно, эллиптическое) пространство, все точки которого равноценны. Отсюда перед астрономами и физиками возникает чрезвычайно интересный вопрос: является ли мир, в котором мы живем, бесконечным, или же он, подобно сферическому миру, конечен? Наш опыт далеко не достаточен для ответа на этот вопрос. Однако общая теория относительности дает возможность ответить на этот вопрос со значительной достоверностью... ...Вычисления показывают, что при равномерном распределении материи мир с необходимостью должен быть сферическим (или эллиптическим). Так как в действительности в отдельных областях материя распределена неравномерно, то реальный мир в отдельных частях будет отклоняться от сферического; он будет квазисферическим. Однако он должен быть конечным. Теория дает простое соотношение между пространственной протяженностью мира и средней плотностью материи в нем (в сноске приводится соответствующая формула, – В.И.)» [646, с.587-588].

Теперь, когда мы кратко изложили основополагающие положения релятивистской космологии, настало время выяснить, что различные авторы, пишущие об эволюции, конечности и возникновении Вселенной, понимают под словом «Вселенная».

Об этом несложно догадаться, читая следующие высказывания.

«Вселенная – это все, что существует. Вне Вселенной ничего нет. Причем нет не только галактик или какой-либо другой материи, но и вообще ничего – ни пространства, ни времени» [450, с.23] (см. также [451, с.5]).

«Объект космологии – Вселенная – одновременно является предельно всеобщим (ибо не существует ничего, что не входило бы во Вселенную) и в то же время предельно единичным (ибо, помимо нее, вообще ничего не существует)» [595, с.74].

«Вселенная в целом – все сущее...» [629], «Слово «Вселенная» (*Universe*) в английском языке имеет то же происхождение, что и «единство» (*unity*) или «единица» (*one*). Буквально оно означает единство, общность всех вещей, рассматриваемых как целое... ... (по определению) существует лишь одна Вселенная» [224, с.226-227]².

¹ «...Трехмерное сферическое пространство вполне аналогично двумерному (поверхности сферы). Оно конечно (т.е. имеет конечный объем), но не имеет границ...» [646, с.586]. Сферическое пространство «обладает конечным объемом, который определяется его «радиусом» R и равен $2\pi^2R^3$ [там же].

² Этот же автор писал: «Тысячелетиями человечество верило в то, что «из ничего не родится ничто. Теперь мы можем утверждать, что из ничего произошло все»» [224, с.225].

«Вселенная – это все существующее, вне ее нет ничего, в том числе и пустоты»; «Вселенная одна» [258, с.25], «других Вселенных, по определению, не может существовать» [628, с.139].

Согласно [592, с.52], в космологии большинство авторов исходит из «*принципа уникальности*, согласно которому Вселенная как объект космологии является всеохватывающей и принципиально единственной»; в книге [258, с.25] словосочетание «множество «в принципе возможных» Вселенных» названо кошунственным.

Многие авторы подчеркивали:

«Когда говорят об эволюции Вселенной, обычно имеют в виду эволюцию именно всей Вселенной, всего мира в целом (т.е. эволюцию, описываемую космологией), а не эволюцию отдельных небесных тел и их систем, например звезд или галактик» [451, с.5]; «Можно было бы предположить, что, хотя физические (и биологические) системы, непосредственно окружающие нас, и эволюционируют со временем, эта эволюция происходит на фоне Вселенной, которая в больших масштабах остается неизменной. Оказывается, это не так. Вселенная в целом – все сущее – тоже подвержена эволюции...» [629].

Таким образом, в современной космологии словом «Вселенная» почти всегда обозначается то, что в марксистской философии называется объективной реальностью, материей.

И дело не только в словах, не только в том, что тот или иной автор, или даже большинство авторов заявляли о том, что существует только одна Вселенная.

Известно, что создавая теорию или математическую модель какого-либо объекта, необходимо задать условия на границе этого объекта (граничные (краевые) условия), отражающие, кроме прочего, взаимодействие этого объекта с окружением. Ни в одной космологической модели эти условия не задаются. Вселенная в космологии рассматривается как такой объект, который не имеет окружения, границ ¹ (грамотные философы говорят: «является бесконечной»).

А поскольку в космологии под Вселенной понимают объективную реальность, материю, то **утверждения космологов об эволюции, расширении, возникновении, конечности Вселенной противоречат материалистическому решению основного вопроса философии.**

¹ Вселенная, писал Д. Шама, «не погружена в некую окружающую среду, свойства которой в любой конкретной задаче рассматриваются как заданные. Например, если при изучении образования звезд мы считаем, что существуют межзвездные облака или, по крайней мере, галактики, то их параметры помогают нам найти параметры звезд. Напротив, Вселенная в целом находится в себе самой, и все ее свойства должны иметь объяснение в ней самой» [628, с.138].

Что материалисты утверждают о Вселенной

Как говорилось выше, согласно Энгельсу, великий основной вопрос философии – вопрос об отношении мышления к бытию – в одной из формулировок выглядит так: «создан ли мир богом или он существует от века?» [18, с.283].

Вот как отвечали на этот вопрос материалисты (философы и физики) на протяжении двух с половиной тысяч лет и что они писали о мире в целом.

Гераклит (VI в. до н.э.): «Этот космос один и тот же для всего существующего, не создал никакой бог и никакой человек, но всегда он был, есть и будет вечно живым огнем, мерами загорающимся и мерами потухающим» [408, с.44].

Эпикур (IV-III в. до н.э.): «... Вселенная всегда была такой, какова она теперь, и всегда будет такой, потому что нет ничего, во что она изменяется, ведь помимо Вселенной нет ничего, что могло бы войти в нее и произвести изменения. Далее, Вселенная безгранична... Атомы движутся непрерывно в течение вечности» [408, с.182-183].

Д. Бруно (XVI в.): «...Вселенная едина, бесконечна, неподвижна... Она не движется в пространстве, ибо ничего не имеет вне себя, куда могла бы переместиться, ввиду того что она является всем. Она не рождается, ибо нет другого бытия, которого она могла бы желать и ожидать, так как она обладает всем бытием. Она не может уменьшиться или увеличиться, так как она бесконечна... Она не изменяется в другое расположение, ибо не имеет ничего внешнего, от чего могла бы что-либо потерпеть и благодаря чему пришла бы в возбужденное состояние... Она есть все без различий, и поэтому она едина; Вселенная едина... Вселенная кроме того неподвижна. ... Она есть все то, чем она может быть, и в ней... действительность не отличается от возможности» [146, с.273-275].

М. В. Ломоносов (середина XVIII в.): «Открылась бездна, звезд полна; // Звездам числа нет, бездне дна» (цит. по [319, с.48]).

П. Л. Лавров (1875 г.): «Мы не можем иначе понимать природу, как выходя из положения: вечное движение и вечное изменение движущихся форм господствует в бесконечном пространстве мира» [366, с.99-100]. Далее он дает примечание: «Эта мысль так часто встречается, что для нее едва ли нужны ссылки на авторов...» (там же, с.100).

Ф. Энгельс (1875 г.): «Вечность во времени, бесконечность в пространстве, – как это ясно с первого же взгляда и соответствует прямому смыслу этих слов, – состоят в том, что тут нет конца ни в какую сторону, – ни вперед, ни назад, ни вверх, ни вниз, ни вправо, ни влево» [14, с.49]; «...Вечно повторяющаяся последовательная смена миров в бесконечном времени является только логическим дополнением к одновременному сосуществованию бесчисленных миров в бесконечном пространстве» [10, с.362].

Эрнст Геккель (конец XIX – начало XX в.): «I. Мировое пространство бесконечно велико и не имеет границ; оно нигде не пребывает пустым,

но сплошь заполнено субстанцией. II. Время также бесконечно и безгранично; оно не имеет ни начала, ни конца, оно есть вечность...» [194, с.286-287]. «Все мироздание представляет собой всеобъемлющий *perpetuum mobile*. Эта бесконечная и вечная «машина Вселенной» сама себя поддерживает в вечном и непрерывном движении...» [там же, с.289].

С. Аррениус (1908 г.): «Руководящей идеей в предлагаемой обработке космологических вопросов является взгляд, что Вселенная по существу своему была всегда такова, как и теперь. Материя, энергия и жизнь меняли только форму и место в пространстве» [82, с.IV].

Н. А. Морозов (1916 г.): «Мы знаем, что хотя Вселенная и бесконечна в пространстве и вечно во времени, но все ее изменения совершаются по конечному числу определенных законов, и эти законы вполне постижимы для человеческого ума» [431, с.608]; «...Вселенная вечно живет в бесконечности светил. Это — основное требование, к которому мы должны приспособлять все наши научные выводы» [там же, с.608].

В. Нернст (1921 г.): «Всякая естественнонаучная теория Космоса... должна исходить из допущения, что Вселенная находится в стационарном состоянии, что в среднем в мире угасает столько же звезд, сколько их возгорается вновь» [443, с.7].

С. И. Тегельбаум (1955 г.): «При единственно верном представлении о Вселенной как бесконечной в пространстве и времени...» [564, с.57].

Э. В. Ильенков (конец 1950-х гг.): «В материи в целом развитие в каждый конечный момент времени актуально завершено, в ней одновременно актуально осуществлены все ступени и формы ее необходимого развития. Взятая в целом, материя не развивается — она не может утратить ни на миг ни одного из своих атрибутов, как не может обрести и ни одного нового атрибута» [290, с.415-416].

Б. В. Новиков (1984 г.): «Подразумевая под материей объективную реальность... можно сделать вывод, что материя неисторична... Материя просто есть. Она несотворима, неуничтожима, вечно во времени и бесконечна в пространстве, безначальна и беспредельна» [448, с.66-67].

Мысли, которые выражены в приведенных фрагментах довольно просты (неслучайно они были сформулированы в древности и дошли в неизменном виде до наших дней): Вселенная бесконечна, т.к. вне ее нет ничего — ни потустороннего мира, ни царства божьего; Вселенная вечно, т.к. никем не создана, не возникла; Вселенная неизменна, т.к. вечное является неизменным, а преходящее — то, что когда-то возникло, родилось, — изменяется и когда-то исчезнет, умрет.

Эти положения решительно и бескомпромиссно отрицают любые поповские сказки: если Вселенной бесконечна, то для потустороннего мира не остается места, если Вселенная вечно и неизменна, то не может быть речи о творении. «Бесконечность вселенной для попов и для господа бога — нож острый!» [566, с.108].

Чтобы читатели, которые что-то слышали о диалектике и метафизике, не подумали, будто процитированные авторы утверждали мета-

физические воззрения о неизменности всего, укажем, что в древности была высказана не только идея неизменности Вселенной, но также идея преходящести всех конечных форм материи и мировом круговороте как способе существования вечной бесконечной материи в конечных формах.

«По свидетельству Плутарха, впервые мысль о мировом круговороте была высказана Анаксимандром. Возникая из беспредельного («апейрона»), миры «погибают по истечении весьма значительного времени после своего возникновения, причем с бесконечных времен происходит круговращение их всех» [429, с.12].

Идею мирового круговорота развивали Демокрит, Эпикур, Лукреций, затем – Дж. Бруно, П. Гассенди, Р. Декарт, Ф. Энгельс и другие (см. например [429]). Приведем ряд высказываний.

Фридрих Энгельс: «...было доказано, что вся природа движется в вечном потоке и круговороте» [10, с.354]; «...физика, как уже ранее астрономия, пришла к такому результату, который с необходимостью указывал на вечный круговорот движущейся материи как на последний вывод науки» [там же, с.352-353], «...у нас есть уверенность в том, что материя во всех своих превращениях остается вечно одной и той же, что ни один из ее атрибутов не может быть утрачен...» [там же, с.363], «...теперь твердо установлено, что материя в своем вечном круговороте движется согласно законам, которые на определенной ступени – то тут, то там – с необходимостью порождают в органических существах мыслящий дух» [там же, с.510].

Эрнст Геккель: «...Универсальное движение субстанции в мировом пространстве есть вечный кругооборот с периодическими повторяющимися фазами развития...» [194, с.286-287].

С. И. Тетельбаум: «Отдельные галактики различного порядка, звезды и т. д., при участии гравитационных сил конденсируются из метагалактической материи, развиваются, излучают, проходят и заканчивают свой жизненный путь, как эпизоды общей картины движения материи бесконечной в пространстве и во времени Вселенной. Вселенная пребывает в своеобразном динамически устойчивом состоянии развития...» [563, с.100].

Э. В. Ильенков: «...Истинная бесконечность имеет, как известно, форму круга, круговорота... Круговой характер бесконечности единственно соответствует диалектическому взгляду. Альтернативой этому пониманию может быть только представление, включающее в себя идею «начала» и «конца» мирового развития, «первотолчок», «равное самому себе состояние» и тому подобные вещи» [290, с.419].

Б. В. Новиков: «...материя неисторична. Неисторична именно потому, что материя – сплошь история возникновения и исчезновения существующих в форме непосредственной действительности единичных форм самое себя, потому что она сама есть диалектическое, осуществляющееся противоречие» [448, с.66-67].

В. А. Босенко: «преходящесть, временность, постоянное превращение, исчезновение конкретных форм материи обеспечивает вечность, абсолютность материи вообще» [134, с.41].

Подобно идеям вечности и бесконечности Вселенной, идею мирового круговорота тоже несложно понять: вечное существует в преходящих формах путем бесконечного повторения этих форм в бесконечном времени.

Отрицающая вечность и бесконечность Вселенной (мира, материи), релятивистская космология подвергает ревизии материалистическое решение основного вопроса философии, существующее более 2500 лет.

Материалисты не должны с этим мириться. Если же материалисты являются воинствующими, то они должны объявить войну теории, провозглашающей конечность Вселенной и ее возникновение.

И здесь сам собой напрашивается вопрос: как могло случиться, что релятивистская космология развивалась в Советском Союзе, где, как пишут сегодня, «официальным философским мировоззрением был диалектический материализм» [126, с.564], который «был объявлен единственно правильным, научно обоснованным, передовым учением, и все отклонения от него беспощадно искоренялись» [там же]. Может утверждение о несовместимости с материализмом основных положений релятивистской космологии является ошибочным?

Чтобы разобраться в этом, кратко рассмотрим, как в СССР относились к релятивистской космологии.

Как изменялось отношения к релятивистской космологии в СССР

Если проанализировать соответствующую литературу, то можно обнаружить, что в СССР отношение к релятивистской космологии претерпело существенную эволюцию.

В литературе 1930–1950-х гг. встречается различное отношение к положениям о вечности и бесконечности Вселенной (материи). Многие советские философы, физики, астрономы о Вселенной в целом часто писали то же самое, что и Энгельс, и другие материалисты прошлого и, соответственно, высказывали резко негативные оценки выводов релятивистской космологии о конечности Вселенной, ее начале во времени, ее грядущей тепловой смерти и критиковали тех авторов, которые высказывались в пользу этих выводов (см. например [96; 187, с.414–416; 188, с.419; 232, с.312; 343; 345, с.253; 393; 394; 455; 456; 477; 562; 566, с.107–108; 633; 644]).

«Материя бесконечна в пространстве и вечно существует во времени. Бесконечность пространства означает неограниченную протяженность во всех направлениях. Вселенная не имеет границ. Бесконечность времени

означает, что никогда не было начала мира и его развитию не будет конца» [232, с.312] (см. также [345, с.335]).

«Незыблемый принцип диалектического материализма и современно-го естествознания о несотворимости и неуничтожимости материи исключает как «начало», так и «конец» Вселенной» [343, с.430].

Так писали не только в философских книгах или энциклопедиях.

«Где граница мира и что за ней? — постоянно спрашивало себя человечество, пока развитие философии, приведшее к основным положениям диалектического материализма, не заставило нас признать, что у Вселенной или мира нет границы. Это убеждение поддерживается всем развитием науки. Вселенная, бесконечная во времени и в пространстве, не оставляет места для сверхъестественных сил, её существование не нуждается в акте творения. Она всегда была, есть и будет, и кроме неё ничего нет, но материя в ней вечно движется и видоизменяется» [187, с.414].

«В резком противоречии с приведенной выше схемой строения бесконечной Вселенной находится модная на Западе теория пространственно-ограниченной Вселенной, связанная прежде всего с именем Эйнштейна» [633, с.123].

«В наше время некоторые идеалистически настроенные ученые западных стран, исходя из формальной трактовки некоторых уравнений теории относительности, стремятся доказать, что мир, хотя и безграничен, но конечен, как глобус для ползающего по нему муравья... Такие «учёные» вычисляли «радиус мира», но уже не раз развитие наблюдательной астрономии опрокидывало все их расчёты, приводя к открытию галактик, лежащих от нас дальше, чем позволял их «радиус мира». Не существует различия по существу между теми буржуазными учёными, которые пытались доказать, что вся Вселенная неограниченно расширяется или что она «пульсирует», то расширяясь, то сжимаясь, как надувной воздушный шарик. Стараясь такими теориями поддержать отмирающее, реакционное идеалистическое мировоззрение, они доходят нередко до полной поповщины и абсурда. Так, английский астрофизик Милн договорился до того, что с серьёзным видом преподнёс результат своих расчётов: расширяясь, Вселенная была раньше сосредоточена в одной точке, где она возникла вся сразу (т.е. в согласии с Библией), и было де это... как раз 2-3 миллиарда лет тому назад, когда, по всем данным, сформировалась земная кора. «Вот она дата сотворения мира», — говорит Милн...

Немецкий физик-идеалист Иордан в 1946 г. развивал теорию, что звёзды рождаются из ничего, а другие, уже американские физики подсчитывают, «сколько всего электронов существует во всей Вселенной» [188, с.419] (см также [187, с.414-416, 345, с.252]).

Приводя такого рода высказывания, многие авторы сегодня заявляют, что отношение к релятивистской космологии в «годы культа личности» было нигилистическим. Такие заключения являются необоснованными, так как в те же годы публиковались статьи и книги,

в которых выводы о конечности Вселенной и ее начале во времени провозглашались в качестве новейших достижений науки.

Например, академик В. И. Вернадский в статье «Изучение явлений жизни и новая физика», опубликованной в «Известиях Академии наук СССР» в 1931 г., писал: «Новая физика в лице многих своих представителей приходит сейчас к положению, которое в корне подрывает представление о бесконечности космоса, внесенное Бруно в миропонимание нового времени. Начинает в новом облике входить в научные представления идея о возможности конечности космоса, его ограниченности... Мы становимся ближе к миропониманию средневековья, к Данте с его конечной вселенной, чем к безграничному пространству ученых XVI–XIX столетий» (цит. по [566, с.107-108]).

В том же 1931 г. статьи о теории расширяющейся Вселенной были опубликованы не только в научном журнале «Успехи физических наук» [142], но и в научно-популярном журнале «Природа» [532, 110], а также в 15-м томе «Технической энциклопедии» – в статье «Относительности теория». В этой статье есть раздел «О.т. и космология», который заканчивается словами: «Столь быстрое расширение мира (10^9 лет сравнимо с геологич. эпохами) весьма неправдоподобно и мало вяжется с теми сроками, какие нужны для эволюции звездной Вселенной (напр. по Джинсу возраст нашей галактики 10^{13} лет); поэтому следует признать положение космологич. теории крайне неблагоприятным» [468, ст. 364]. И несмотря на то, что космология (как и общая теория относительности) бесконечно далека от техники, сведения о космологии поместили в техническую энциклопедию! ¹

А вот что писал Д. Д. Иваненко в 1947 г. в журнале «Успехи физических наук»:

«...Модель нестатической расширяющейся Вселенной приводит с необходимостью к некоему особому состоянию, соответствующему началу расширения, причем период времени, протекшего с тех пор, оказывается равным ... $2 \cdot 10^9$ лет. Это значение, сравнимое по порядку со средним временем жизни урана, временем существования земли и с периодами различных наиболее длительных известных звездных процессов, представляется всё же незначительным. Кроме того, самое наличие особого состояния является несомненной трудностью теории. Однако... трактовка Вселенной вблизи особого состояния с помощью макроскопических релятивистских уравнений представляется недопустимой, так как здесь должны играть существенную роль квантовые явления с элементарными час-

¹ В сборнике [231] приведено множество высказываний о конечности Вселенной, ее начале во времени, ее грядущей тепловой смерти, которые содержатся в книгах, опубликованных государственными издательствами в 1920-е гг. Авторы и редакторы сборника А. К. Тимирязев и А. И. Варьяш обращали внимание на пропаганду идеализма и поповщины естественнонаучным отделом Госиздата.

тицами, учёт которых несомненно позволит устранить упомянутые трудности и продвинет нас вперед в решении трудной космологической проблемы строения известной нам части Вселенной в целом» [267, с.285-286].

То обстоятельство, что, согласно рассматриваемой модели, Вселенная имела особое состояние, что продолжительность расширения Вселенной меньше, чем время существования Земли, для Д. Д. Иваненко — не причина для отказа от этой модели.

Таким образом, сторонники релятивистской космологии, несмотря на острейшие противоречия между этой теорией и фактами, продолжали настаивать на ее истинности, утверждая, что путем некоторых поправок ее можно будет привести в соответствие с фактами.

Совершенно иначе действовали те, кто отстаивали материализм в области науки о Вселенной. Называя теорию расширяющейся Вселенной идеалистической, они соглашались с ее принципиальными положениями, не пытаясь объяснить с иных позиций факты, послужившие основой для выводов о конечности Вселенной и ее эволюции, т.е. критиковали ее крайне поверхностно.

Например, в 34 т. Большой советской энциклопедии, изданном в 1937 г., читаем: «Гипотеза «расширения Вселенной» является разновидностью поповского мифа о «сотворении мира» [343, с.430]. Замечательные слова! Но там же говорится о **факте** «удаления внегалактических туманностей от нас с большими скоростями, пропорциональными расстоянию туманностей», из которого «отнюдь не следует нелепое утверждение о «расширяющейся Вселенной» [там же]. Но как можно отрицать расширение Вселенной, соглашаясь с удалением туманностей? Как можно говорить о факте удаления туманностей, а затем заявлять: «Вопрос об объяснении наблюдаемых смещений линий в спектрах туманностей, несмотря на многочисленные попытки, пока еще остается открытым» [343, с.430])?! Как можно было говорить о факте удаления, если в 1936 г. Э.Хаббл — «человек, открывший взрыв Вселенной» [632] — сделал вывод о том, что красное смещение не связано с расширением Вселенной?! (См. [394, с.162–164; 477, с.126–127; 645, с.341-342].)

В 3-м томе «Философской энциклопедии», изданном в 1964 г., можно прочитать: «...в условиях догматизма, порожденного культом личности Сталина, теоретическая основа современной космологии — теория относительности подвергалась со стороны ряда философов и отдельных физиков нигилистической критике, а релятивистская космология рассматривалась ими как всецело идеалистическая» [595, с.74]. Соответственно, в условиях избавления от «догматизма, порожденного культом личности Сталина», релятивистскую космологию надлежало рассматривать как всецело материалистическую. Но поскольку принципиальные положения релятивистской космологии противоречат традиционным материалистическим воззрениям, многие

физики и философы в СССР примерно с начала 1960-х гг. под флагом борьбы с догматизмом начали, так сказать, реформирование диалектического материализма.

В докладе на III Всесоюзном совещании по философским вопросам естествознания академик АН СССР **В. Л. Гинзбург** говорил:

«Одной из основных задач космологии, над решением которой бьются уже десятилетия (в том числе, конечно, в СССР), является выбор между замкнутой и открытой моделями... Вопрос о выборе между закрытой и открытой моделями остается еще совершенно нерешенным. Между тем, если обратиться к ряду философских сочинений, то можно подумать, что выбор между упомянутыми моделями может быть сделан из философских соображений» [208, с.198].

Далее он привел несколько цитат из учебника «Основы марксистско-ленинской философии», в том числе такую: «пространство и время безграничны и бесконечны», и сделал заключение:

«Таким образом, отрицается возможность того, что объем Вселенной может быть конечным и, следовательно, без всякой естественнонаучной аргументации отбрасывается закрытая космологическая модель. Тем самым вопрос о конечности или бесконечности объема трехмерного пространства возводится в какую-то априорную категорию. Физики и астрономы в подавляющем своем большинстве не видят для такого вывода никаких оснований и считают вопрос об объеме Вселенной подлежащим решению на основе наблюдений» [208, с.198-199].

В. Л. Гинзбург снова цитирует тот же учебник философии:

«Всякие допущение конечности времени неизбежно ведут к религиозным выводам о сотворении мира и времени богом, что полностью опровергается всеми данными науки и практики» — и продолжает: «Под «конечностью времени» здесь, насколько можно понять, имеется в виду существование сингулярности — некоторого «начального» момента времени $t=0$ в релятивистских космологических моделях...

...Наличие особой точки (сингулярности) при $t=0$ и рассмотрение лишь расширения (времени $t>0$) побуждает поставить вопрос: а что было раньше, «до» момента $t=0$?

...В релятивистской космологии рассматриваются почти исключительно модели с «конечным временем»... При этом подчеркивается, что область времени $t<0$ физически бессмысленна... Такое решение вопроса имеет свои слабости, но, во всяком случае, не абсурдно и не связано с «актом творения»... В силу сказанного ясно, что обсуждаемые в астрономии космологические модели с «конечным» временем не «ведут к религиозным выводам о сотворении мира»» [208, с.200].

Первый параграф доклада, из которого взяты приведенные фрагменты, В. Л. Гинзбург завершает цитатой из своей книги:

«Нет сомнений в том, что «материалистическая философия не накладывает и не может накладывать «табу» на выбор моделей Вселенной. Конкретные вопросы о конечности или бесконечности объема Вселенной и законах ее эволюции во времени и им подобные не являются философскими и должны решаться в свете астрономических наблюдений и современной физики...» [208, с.204].

Ранее, в статье с названием «Как устроена Вселенная и как она развивается во времени», В. Л. Гинзбург писал:

«Материалистическая позиция в космологии состоит в признании существования Вселенной совершенно независимо от человеческого сознания и фактически до его появления... К области философии относятся, кроме того, вопросы методологии и теории познания... Вопросы же о том, является ли пространство евклидовым или неевклидовым, конечен ли его объем или бесконечен, стационарна ли Вселенная или нестационарна, какими законами управляется движение галактик – все это относится к области физики и астрономии, базируется на наблюдениях и экспериментах и контролируется ими...» [207, с.98-99].

И. С. Шкловский утверждал: «Приходится также слышать мнение, что вывод о замкнутости Вселенной якобы несовместим с философией диалектического материализма. Это, конечно, заблуждение. Основным атрибутом Вселенной с точки зрения философии диалектического материализма является ее объективное существование и познаваемость. Нелепо связывать судьбу этой философии с каким-нибудь конкретным свойством Вселенной, например, свойством конечности или бесконечности. Закономерности Вселенной потому и называются объективными, что не зависят от предвзятых мнений людей, плохо понимающих дух философии диалектического материализма» [637, с.100].

И. Д. Новиков высказывался так: «Идея возможности закрытого мира с замкнутым пространством, конечно, очень необычна. Как и идея эволюции Вселенной, эта идея с трудом пробивала себе дорогу. Возражения против нее отчасти были обусловлены все той же инертностью мышления и предвзятыми соображениями, а отчасти и недостаточной образованностью сторонников утверждения, что только бесконечный объем пространства совместим с материализмом.

Никаких идеалистических выводов из факта возможности замкнутости пространства, конечно, не следует. Подобные споры ушли в прошлое, и дело за наукой – определить истинную структуру мира» [449, с.45].

Получилось примерно так. Философы-материалисты 2500 лет обсуждали вопросы вечности и бесконечности Вселенной (мира, материи) и в течение всего этого времени приходили к одним и тем же выводам: Вселенная вечна, бесконечна, неизменна. Во второй половине XX века явились физики, объявили, что выводы огромного множества великих философов (и физиков) ошибочны, что дальше обсуждать вопросы, касающиеся Вселенной в целом, будут физики,

поскольку с этого момента указанные вопросы надлежит считать не философскими, а физическими ¹. Любопытно, что в приведенных фрагментах в качестве аргументов выступают слова вроде «нет сомнений» и «конечно», иначе говоря физики объявили прежние философские вопросы физическими исключительно по праву сильного ².

Эта позиция получила поддержку многих философов – тех, кто видел свою задачу исключительно в некритичном «философском обобщении достижений современного естествознания».

Некоторые просто заявляли о материалистичности теории расширяющейся Вселенной.

«...Почему теория расширяющейся вселенной является идеалистической? За нее, конечно, ухватились идеалисты. Но они хватаются за любую научную теорию, ломающую привычные представления, и борются с ними путем отрицания всего того, за что они «хватаются», – значит фактически помогать им. Из теории расширяющейся вселенной делают выводы о том, что начальное состояние бесконечной плотности было якобы актом сотворения мира богом, но ведь подобное заявление к самой теории никакого отношения не имеет» [59], с.199].

Другие не ограничивались заявлениями. Например, **Э. М. Чудинов** обсуждает «Проблему «начала» времени» [627, с.200], приводя при этом всевозможные софистические уловки, заимствованные у различных физиков. Он ссылается на одного из авторов теории большого взрыва аббата Ж. Леметра.

«...По мнению Леметра, сингулярность представляет собой единственный атом, равный нейтрону, который имеет массу всей Вселенной. «Если существует единственное атомное ядро, – пишет он, – то не имеет смысла

¹ Интересно, что в журнале «Вопросы философии» за 1958 г. можно прочитать: «Естественные науки не могут дать ответ на вопрос: конечна или бесконечна Вселенная? Этот вопрос решается философией» [84, с.190].

² Гегель писал о прежней метафизике, той, «которая существовала у нас до кантовской философии» [193, с.134], о ее четырех частях и о том, что «Третья часть, космология, имела своим предметом мир, его случайность, необходимость, вечность, ограниченность в пространстве и времени...» [там же, с.142].

«Кант в полемике против космологии прежней метафизики вывел четыре антиномии. Первая антиномия относится к вопросу, должны ли мы мыслить мир ограниченным или неограниченным в пространстве и времени. ...Четвертая антиномия – дилемма: имеет ли мир вообще причину или нет» [там же, с.168].

И когда физики категорично заявляют, что философы не должны вмешиваться в обсуждение вопросов, которые считались философскими не одну сотню лет, то единственным их аргументом является сила.

Словно предвидя развитие космологии в XX веке, Гегель писал: «Однако эта метафизика есть нечто минувшее лишь с точки зрения истории философии, сама же по себе она вообще говоря, всегда и повсюду существует как чисто рассудочное воззрение на предметы разума» [там же, с.134].

говорить в связи с ним о пространстве и времени. Пространство и время являются статистическими понятиями, которые применимы к ансамблю, состоящему из большого числа индивидуальных элементов» [627, с.207].

Э. М. Чудинов также ссылается на вывод некоторых физиков о том, что «при сжатии пространства вблизи сингулярной точки (при малых t) основные параметры, в том числе и радиус R , осциллируют. Причем за конечное время происходит бесконечное число осцилляций. Если время измерять числом этих циклов, то оно бесконечно» [627, с.206-207]. Разумеется, такой способ «превращения» конечного времени, прошедшего от момента взрыва, в бесконечное является чистым софизмом¹.

Заканчивает Э. М. Чудинов обсуждение «проблемы начала времени» большой цитатой из работы «выдающегося физика М. Борна»², где, кроме прочего, сказано:

«...«начало» относится лишь к нашей способности описывать положение вещей с помощью аппарата привычных нам понятий. Вопрос, имело ли место сотворение мира из ничего, не научная задача, а вопрос веры, лежащей вне возможностей опыта, о чем знали уже старые философы и теологи вроде Фомы Аквинского. Атеистам, которым не нравится «начало», потому что его можно истолковать как сотворение, следует сказать, что начало Вселенной в том виде, как она известна, может быть концом другой формы развития материи...» [627, с.208] (см. также [132, с.445]).

Поскольку цитата не комментируется, надо полагать, что, по мнению Э. М. Чудинова, в этих софистических увертках и заключается решение проблемы начала времени.

¹ Эти рассуждения можно охарактеризовать словами Энгельса: «Все это оракульное разглагольствование представляет собой опять-таки не что иное, как изливание нечистой совести, которая очень хорошо чувствует, что этим своим порождением движения из абсолютной неподвижности (а также провозглашением начала Вселенной во времени (или вместе со временем), — В.И.) она безнадежно запуталась, но все же стыдится апеллировать к единственному спасителю, а именно — к создателю неба и земли» [14, с.61].

Следует также заметить, что предложенный Э. М. Чудиновым способ «превращения» конечного в бесконечное очень напоминает апорию Зенона «Дихотомия» (см. например [338, с.157]), в которой невозможность преодоления конечного расстояния «обосновывается» тем, что отрезок прямой можно разделить на бесконечное число частей.

² Зав. кафедрой философии (в 1975 г., разумеется, марксистско-ленинской) МФТИ Э. М. Чудинов умолчал о том, что М.Борн был также выдающимся пропагандистом позитивистской философии. «...Позитивизм — движущая сила в естественнонаучном исследовании. Он является также единственной философской системой нашего времени, которая именно на основе своих собственных правил должна идти в ногу с прогрессом науки», — такой панегирик позитивизму произнес М.Борн в своей вступительной лекции на кафедре натуральной философии профессора Тэта в Эдинбургском университете [131, с.81].

Чтобы затушевать противоречия между положениями релятивистской космологии и традиционными материалистическими воззрениями, философы стали заявлять примерно так:

«Последнюю (Метагалактику – В.И.) иногда отождествляют со всей Вселенной, но для этого нет никаких оснований, ибо Вселенная в целом, понимаемая в предельно широком смысле этого слова, тождественна всему материальному миру и движущейся материи, которая может включать в себя бесконечное множество Метагалактик или других космических систем. Понятие же Вселенной, используемое в различных космологических моделях, обозначает наблюдаемую Вселенную (Метагалактику) либо различные аспекты последней, как они представляются через содержание принятых моделей» [599, с.184-185].

Да, Метагалактика нетождественна Вселенной. Но, как говорилось выше, в термине «Метагалактика» космологии обозначают наблюдаемую часть Вселенной (см. например [590, с.315]), а вот термином «Вселенная» обозначают не Метагалактику, а весь материальный мир, вне которого ничего нет.

Интересно, что у некоторых советских авторов можно найти положения, касающиеся Вселенной, против которых в свое время решительно возражал Ф.Энгельс.

И. С. Шкловский: «...Вселенная тогда представляла собой одну гигантскую «каплю» сверхъядерной плотности. По каким-то причинам капля пришла в неустойчивое состояние и взорвалась. Последствия этого взрыва мы и наблюдаем сейчас как разлет системы галактик» [637, с.91].

Ф. Энгельс: «Если мир был некогда в таком состоянии, когда в нем не происходило абсолютно никакого изменения, то как он мог перейти от этого состояния к изменениям? То, что абсолютно лишено изменений, если оно еще вдобавок от века пребывает в таком состоянии, не может ни в каком случае само собой выйти из этого состояния, перейти в состояние движения и изменения. Стало быть, извне, из-за пределов мира, должен был прийти первый толчок, который привел мир в движение. Но «первый толчок» есть, как известно, только другое выражение для обозначения бога» [14, с.52] (см. также [14, с.54, с.147]).

И. С. Шкловский: «Следует, однако, иметь в виду, что если вывод о том, что 12 млрд. лет назад вся Вселенная представляла собой сверхплотную ядерную каплю, является правильным (а это, по-видимому, так), всякие рассуждения о «начале» и тем более «сотворении» мира являются ненаучными. Вообще само понятие «время» при таких огромных плотностях может потерять смысл» [637, с.92] (см. также [627, с.208]).

Ф.Энгельс (по поводу равного самому себе состояния мира у Е. Дюринга): «было такое время, когда еще не было никакого времени, хотя уже существовал мир (в форме сверхплотной ядерной капли, – В.И.)» [14, с.48].

И. Д. Новиков: «В будущем все запасы ядерной энергии материи, из которой могут образоваться звезды, будут исчерпаны. Новые звезды не будут рождаться, а старые превратятся в холодные темные тела или черные дыры» [449, с.163].

Ф. Энгельс: «...теперь доказывается, так сказать, математически, что мир становится все холоднее... что поэтому в конце концов наступит момент, когда всякая жизнь станет невозможной, и весь мир будет состоять из замерзших, вращающихся один вокруг другого шаров... Ничего глупее нельзя придумать» [47, с.228].

Следует сказать, что процесс «обогащения» философии «достижениями» релятивистской космологии длился не один год, да и сама космология в 1960-1980 гг. не стояла на месте. Представление об этой эволюции советской «философии естествознания» можно получить, например, из сборников [117, 591, 598].

Изменения отношения к космологии в советской науке отмечает американский историк науки Л.Р.Грэхэм.

«В конце 60 – начале 70-х годов качество советских работ по космологии и космогонии продолжало улучшаться... Диалектические материалисты заняли настолько гибкие позиции по вопросам космологии и космогонии, что можно было подумать об отсутствии влияния философии на их подход к природе» [216, с.408-409].

Вдумайтесь в эти слова: теоретики называются диалектическими материалистами, а влияние диалектического материализма в их подходе к природе не обнаруживается! И еще. По мнению Л.Р. Грэхэма, качество работ тем выше, чем меньше на них влияет диалектический материализм. И сегодня кто-то будет говорить о беспристрастности буржуазных ученых?

Окончательно все разногласия между «свободной от догматизма» философией и космологией были устранены в «перестроечном» учебнике философии, где можно прочитать.

«Расширение Метагалактики началось с момента ее возникновения. Согласно представлениям современной космологии, Метагалактика возникла примерно 20 млрд. лет назад в результате Большого Взрыва. Сам этот взрыв наука связывает с перестройками структуры физического вакуума, с его фазовыми переходами от одного состояния к другому, которые сопровождались выделением огромных энергий. Так что рождение нашей Вселенной (Метагалактики) – не акт ее творения из ничего (как это пытаются трактовать современные теологи), а результат развития, качественных преобразований одного состояния материи в другое» [163, с.61-62].

Любопытно, что брошенная вскользь отговорка Макса Борна относительно начала Вселенной в конце концов была внедрена в советскую философию в качестве новейшего достижения «современной науки».

Можно заключить, что история советской науки подтверждает сделанный выше вывод о существовании непримиримых противоречий между основополагающими положениями релятивистской космологии о конечности, эволюции, возникновении (рождении) Вселенной и диалектическим материализмом. Устранение этих противоречий невозможно иначе, как путем устранения принципиальных положений либо релятивистской космологии (об эволюции Вселенной, ее начале во времени, ее образовании из ничего), либо диалектического материализма (о вечности, бесконечности, неизменности Вселенной).

Но если материалисты откажутся от положений о вечности и бесконечности Вселенной, то их никто и ничто не спасет от капитуляции перед религией, а науку заведет в тупик.

Почему не критичное отношение к релятивистской космологии приводит науку к капитуляции перед религией

Как указывалось выше, существующее 2500 лет материалистическое решение основного вопроса философии (Вселенная вечна, бесконечна, неизменна) не оставляет никаких лазеек для пропагандистов религии. После того, как физики и астрономы признали это решение (что, казалось бы, окончательно произошло в XIX в.), его очень легко отстаивать. Опровергай доводы в пользу эволюции Вселенной, обобщай данные астрономических наблюдений, которые все время расширяют радиус наблюдаемой части Вселенной, подтверждая положение о бесконечности Вселенной, — и защитники религии будут искать аргументы за пределами физики и астрономии.

Когда же физики утверждают, что Вселенная эволюционирует, то защитники религии тут же вспоминают древнее положение, в котором никто, знакомый с азами диалектики, не сомневается: то, что изменяется, когда-то началось и когда-то закончится.

Когда физики утверждают, что Вселенная конечна, то у защитников религии появляется возможность заявить: за ее пределами находится царство божье.

Когда физики утверждают, что Вселенная имеет начало во времени (или вместе со временем), то защитники религии это приветствуют, заявляя, что религия всегда утверждала о сотворении мира и конечном времени его существования, причем могут даже пойти на «компромисс» с наукой, согласившись, что их старая оценка времени сотворения ошибочна: мир создан не 6 тыс., а 15 млрд. лет назад.

Когда физики утверждают, что Вселенная возникла из ничего, защитники религии тут же вспоминают старый принцип материализма «из ничего ничего не возникает» и утверждают, что материю породило нематериальное высшее существо.

Опровергнуть такие обоснования религиозных мифов невозможно.

Невозможно доказать, что за пределами конечной Вселенной (пределами, которые, разумеется, всегда находятся в несколько раз дальше, чем самые удаленные наблюдаемые объекты) не расположено Царство Божье!

Невозможно доказать, что когда 15 (или 13) млрд. лет назад возникла Вселенная, при этом не присутствовал Создатель!

А разве можно отрицать миф творения мира богом, заявляя об образовании Вселенной из ничего, если Ф. Энгельс писал: «без акта творения мы уж, конечно, никак не можем перейти от ничего к чему-то, хотя бы это «что-то» было не больше математического дифференциала» [14, с.55].

Поэтому неудивительно, что сегодня имеется множество статей и книг, в которых мифы творения обосновываются ссылками на положения релятивистской космологии (см. например [125, 440, 510, 514, 569]).

В одной из статей есть такие рассуждения:

«Если Вселенная имела начало, то либо она имела причину, либо нет. Одно мы знаем наверняка: с точки зрения науки и философии, правильно полагать, что Вселенная имела адекватную причину, потому что Вселенная есть следствие, и поэтому требует наличия соответствующей предшествовавшей причины. Ничего не случается беспричинно..»

Так как очевидно, что Вселенная невечна и, что также очевидно, она не могла сотворить сама себя, единственно возможная альтернатива состоит в том, что Вселенная была сотворена кем-то (или кем-то), который: (а) существовал до нее, то есть, некая вечная, необусловленная Первопричина; (б) превосходит ее — сотворенное не может превосходить своего создателя; и (в) иметь иную сущность, так как ограниченная, зависящая материальная Вселенная не в состоянии объяснить себя сама» [569].

В [440] дается ссылка на доказанную Хокингом, Пенроузом и Эллисом на основе общей теории относительности теорему, согласно которой время, как и Вселенная, имеет начало. И далее следует такое рассуждение:

«Если начало времени совпадает с началом Вселенной, как говорит пространственно-временная теорема, тогда причиной возникновения Вселенной должна быть какая-то сущность, совершенно не зависящая от времени и существовавшая до его возникновения. *Этот вывод имеет огромное значение для понимания того, Кто есть Бог и того, кто или что Богом не является. Эта теорема говорит нам о том, что Бог трансцендентен, Он оперирует вне измерений Вселенной. Эта теорема говорит нам и о том, что Бог не есть сама Вселенная, а также, что Бог не обитает во Вселенной.* Пантеизм и атеизм не согласуются с этими фактами...» [440].

Было время, когда физики в СССР высказывались в таком духе:

«Надо сказать, что церковники широко использовали и используют описанное одно из возможных следствий наблюдаемого разлета галактик для религиозной пропаганды. На этом примере видно, как церковь пытается использовать выводы современной науки, предварительно исказив и извратив их» [637, с.91].

Автор лукавит. Церковникам не нужно исказить и извращать выводы современной науки, если они используют сочинения по космологии. Достаточно к утверждению космологов «Вселенная возникла (родилась)» добавить слова «по воле Бога», чтобы «научная теория» пришла в полное соответствие с религиозными мифами.

А во многих случаях и этого не нужно делать. Основной текст в книге С. Хокинга заканчивается словами:

«Но если мы действительно откроем полную теорию, то со временем ее основные принципы станут доступны пониманию каждого, а не только нескольким специалистам. И тогда все мы, философы, ученые и просто обычные люди, сможем принять участие в дискуссии о том, почему так произошло, что существуем мы и существует Вселенная. И если будет найден ответ на такой вопрос, это будет полным триумфом человеческого разума, ибо тогда нам станет понятным замысел Бога» [618, с.147].

Когда физик таким образом завершает популярное изложение современной космологии, церковникам остается только выразить согласие с такой наукой.

С. Хокинг в этом отношении – не исключение. Благодаря современным космологам, в физике получает распространение терминология, которой в XIX в. пользовались только богословы: «время, прошедшее от сотворения мира» [605, с.445]¹, «была создана наша Вселенная» [586, с.75], «Первотолчок» [449, с.110], слово «creation» («создание», «творение») в оригинальном названии книги Дж. Силка [531], «Вселенная возникла» [598, с.147], «возникла Вселенная» [379, с.187]. А фраза из монографии «Космология ранней Вселенной» выглядит прямо как смиренное обращение к Творцу: «Сегодня у нас даже есть надежда получить ответ на вопрос о сотворении мира, математически описать процесс его рождения и понять причину первоначального толчка, приведшего к наблюдаемому расширению Вселенной» [234, с.6]². Вполне понятно, что распространение такого рода терминологии очень способствует размыву границы между наукой и антинаукой – религией, во славу и пользу служителей культов.

Интересно сравнить два периода развития естествознания: до и после появления релятивистской космологии.

¹ Слова из статьи А. А. Фридмана, опубликованной в «Журнале Русского физико-химического общества» в 1924 г.

² Сегодня, почти два десятилетия спустя можно определенно утверждать, что эта надежда оказалась ложной.

Как уже указывалось выше, с начала возникновения современного естествознания, по мере того, как развивалась астрономия, по мере того, как уточнялись знания о размерах Земли, Солнца, Солнечной системы, звезд, о межзвездных расстояниях, все больше подтверждений получали положения о вечности, бесконечности, неизменности Вселенной, все меньше среди образованных людей оставалось тех, кто верил в поповские сказки о сотворении мира богом.

Ф. Энгельс писал: «В истории современного естествознания защитники бога обращаются с ним так, как обращались с Фридрихом-Вильгельмом III во время йенской кампании его генералы и чиновники. Одна армейская часть за другой складывает оружие, одна крепость за другой капитулирует перед натиском науки, пока, наконец, вся бесконечная область природы не оказывается завоеванной знанием и в ней не остается больше места для творца. Ньютон оставил ему еще «первый толчок», но запретил всякое дальнейшее вмешательство в свою солнечную систему. Патер Секки, хотя и воздаст ему всякие канонические почести, тем не менее весьма категорически выпроваживает его из солнечной системы, разрешая ему творческий акт только в отношении первоначальной туманности. И точно так же обстоит дело с богом во всех остальных областях» [10, с.514-515].

А история релятивистской космологии — это движение в обратном направлении.

В релятивистской космологии уже *in statu nascendi* (в момент возникновения) — в работах А. Эйнштейна 1917-1921 гг. — появилось положение о конечности Вселенной. Спустя некоторое время — о расширении Вселенной и ее начале во времени. К концу XX века космологи не только пришли к выводу о возникновении Вселенной из ничего — по сути о ее сотворении, но и снабдили, и снабжают теологов новыми аргументами в пользу существования всемогущего Творца.

Например, в статье Я. Б. Зельдовича читаем: «Теория «Большого взрыва», или, иначе говоря, теория горячей Вселенной, не объясняет расширения. В эту теорию расширение заложено изначально... На вопросы, почему Вселенная расширяется, почему галактики разлетаются в настоящее время, ответ состоит в том, что уже в первую секунду (а может быть, и раньше) существовало начальное распределение скоростей, соответствующее разлету...» [254, с.67-68].

Иными словами, есть теория, согласно которой частицы с самого начала имели скорости. Следовательно, в самом начале был перво-толчок. Кстати, в книге для школьников [449] один раздел так и называется: «Первотолчок».

Другой пример.

«Один из наиболее мучительных вопросов, стоящих перед космологами, состоит в том, было ли что-нибудь до момента $t=0$, и если нет, то как и откуда возникла Вселенная. В настоящее время имеется много попыток

ответить на этот вопрос... Однако до окончательного успеха в решении этого вопроса еще далеко» [379, с.187].

В условиях, когда физики заявляют, что Вселенная возникла, но им неизвестно, «как и откуда», кто может упрекнуть церковников, которые говорят, что ответ на этот вопрос содержится в Библии?

По поводу вопроса: «Что было до момента $t=0$, при $t<0$?» [252, с.383], академик Я. Б. Зельдович написал, что на этот вопрос «сейчас не только нет конкретного ответа, но и нет научного подхода к ответу... Возможна, однако, и точка зрения, что сам *вопрос незаконен...*» [252, с.383] (курсив мой. – В.И.). Подобное мнение высказывал и Римский папа, который сказал, что «эволюцию Вселенной после большого взрыва изучать можно, но не следует вторгаться в сам большой взрыв, потому что это был момент Сотворения и, следовательно, божественный акт» [618, с.102]. Любопытно, что, хотя и на разных основаниях, но Римский папа и физик – академик АН СССР пришли к единому мнению по принципиальному вопросу.

Наряду с вопросами, почему произошел Большой взрыв, и что было до него, в космологии имеется множество других нерешенных проблем, которые – если принимать их без критики – невозможно разрешить без допущения о всемогущем Творце.

Одной из таких проблем является проблема плоскостности (евклидовости) пространства (Вселенной). На основе соответствующих расчетов космологи заключают, что спустя 10^{-43} секунды после начала расширения плотность вещества во Вселенной равнялась некоему значению с точностью 10^{-59} .

«Вопрос о том, по какой причине наша Вселенная на самых ранних стадиях своей эволюции имела плотность, близкую к критической с такой фантастической точностью.., называется проблемой плоскостности Вселенной» [379, с.187] (см. также [381, с.25-26]).

Чтобы читатель осознал фантастичность этой точности, заметим, что для достижения относительной погрешности 10^{-59} массу наблюдаемой части Вселенной (радиус которой равен 10^{28} см) необходимо определить с абсолютной погрешностью, равной 1 грамму! Разумеется, точность 10^{-59} может обеспечить только всемогущее существо, имеющее целью создать такую Вселенную, в которой мы живем и которую мы наблюдаем.

А. Д. Линде [379, с.187-188] перечисляет шесть проблем такого рода (и еще шесть – другого рода) и заявляет, что почти от всех этих вопросов «можно было отговориться тем, что начальные условия во Вселенной по счастливой случайности были ровно таковы, чтобы в конечном счете Вселенная приобрела как раз такой вид, какой она сейчас имеет. Еще один вариант ответа основан на так называемом антропном принципе и выглядит почти совершенно метафизично: мы живем в однородной изо-

тропной Вселенной, содержащей избыток вещества над антивеществом, потому что в неоднородной анизотропной Вселенной, содержащей равное количество вещества и антивещества, жизнь была бы невозможной и никто не задавал бы глупых вопросов» [379, с.188-189].

«Иначе говоря, мир устроен так, чтобы в нем мог жить человек. Еще одно доказательство мудрости Творца!» [273, с.54] — так автор настоящей монографии прокомментировал эти слова в 2001 году. Разумеется, в шутку. А потом обнаружил, что защитники религии трактуют антропный принцип как Промысел Божий на полном серьезе.

Епископ Василий (Родзянко): «На нашем языке антропный принцип называется Промысел Божий о человеке» [510].

Д.Роузвер: «Похоже, что и Вселенная, и Солнечная система, и Земля — все это было создано специально для человека. Наука признает этот факт и называет его антропным принципом» [514].

Все нелепости и неувязки релятивистской космологии пропагандисты религии замечательно используют для своих целей.

«Сейчас, когда ученые обсуждают модели бесконечно делящихся Вселенных, говорят о пространственно-временных туннелях, соединяющих разные области космоса, о Вселенных, в которых время течет вспять, об одиннадцатом измерении пространства-времени и т.д., трансцендентные концепции Вед не должны отвергаться без внимательного рассмотрения. Инфляционная модель Вселенной и теория большого взрыва, которые построены на очень зыбком математическом и теоретическом фундаменте, не смогли дать удовлетворительные ответы на основные вопросы, касающиеся природы Вселенной, галактик, планет и форм жизни, существующих на них. Поэтому разумный человек не должен отвергать возможность того, что окончательное объяснение природы Вселенной, которая сейчас кажется практически необъяснимой, будет получено на основе представлений о сверхсознании и разумном создателе, сотворившем ее» [125].

Что могут возразить против такого вывода сторонники релятивистской космологии, считающие себя материалистами, автор не представляет. Ведь, к примеру, Энгельс писал: «если только мы привыкнем приписывать корню квадратному из минус единицы или четвертому измерению какую-либо реальность вне нашей головы, то уже не имеет особенно большого значения, сделаем ли мы еще один шаг дальше, признав также и спиритический мир медиумов» [10, с.382].

Можно констатировать, что сегодня различие между воззрениями космологов, желающих быть материалистами, и какими-нибудь богословами заключается в том, что первые верят в существование за пределами нашей Вселенной других Вселенных, а вторые — Царства Божьего. Первые верят в то, что Вселенную породила неведомая нам форма материи, вторые — нечто нематериальное (бог). Сегодня космологи, желающие быть материалистами, могут не верить в бога, но

являются верующими! И если научное знание веками выступало как противоположность религиозной веры, то благодаря созданию и развитию релятивистской космологии в XX в. эту противоположность в значительной мере устранили.¹

И если физики не желают со временем полностью покориться церковникам, они должны признать, что к релятивистской космологии и сегодня относятся слова, сказанные членом Политбюро ЦК ВКП(б) А. А. Ждановым полвека назад в выступлении на дискуссии по книге Г. Ф. Александрова «История западноевропейской философии»:

«Современная буржуазная наука снабжает поповщину, фидеизм новой аргументацией, которую необходимо беспощадно разоблачать» [240, с.271]².

Признав это, нужно твердо заявить: основополагающие принципы материализма о вечности и бесконечности Вселенной не могут быть не только отменены, но и поколеблены никакими новейшими данными никаких наук. А если кто-то утверждает обратное, то он заблуждается. И не только заявить, но и продемонстрировать, что выводы релятивистской космологии о конечности и эволюции Вселенной несостоятельны, что факты подтверждают (и подтверждали) положения материализма о вечности и бесконечности Вселенной (материи).

На чем основаны противоречащие материализму положения релятивистской космологии

Можно предположить, что многие материалисты и атеисты, которые не соглашались с выводами релятивистской космологии о конечности и эволюции Вселенной, не решаются выступить против этой науки потому, что их пугает обилие литературы, популяризирующей эту доктрину, а также вид толстых томов со множеством сложных формул, излагающих релятивистскую космологию. Эти опасе-

¹ То утверждение, что «грандиозное качественное преобразование» которое претерпела «материя известной области Вселенной – Метагалактика 13-15 млрд. лет назад» «было вызвано действием законов внутренне присущих материи» [295, с.334] основывается исключительно на вере в «действие законов внутренне присущих материи».

² А. А. Жданов также сказал: «Не понимая диалектического хода познания, соотношения абсолютной и относительной истины, многие последователи Эйнштейна, перенося исследование законов движения конечной, ограниченной области вселенной на всю бесконечную вселенную, договариваются до конечности мира, до ограниченности его во времени и пространстве, а астроном Милн даже «подсчитал», что мир создан 2 миллиарда лет тому назад. К этим английским ученым применимы, пожалуй, слова их великого соотечественника Бэкона о том, что они обращают бессилие своей науки в клевету против природы» [240, с.271].

ния напрасны. Почти все эти формулы относятся к специальным вопросам астрофизики и не имеют никакого отношения к положениям о вечности и бесконечности Вселенной, которые должен отстаивать материалист. А вот противоречащие традиционным материалистическим воззрениям положения релятивистской космологии обосновываются немногими аргументами, при изложении которых непонятные формулы не используются.

Проработав довольно много источников, автор обнаружил следующие доводы в пользу основных положений релятивистской космологии.

Вселенная не может быть бесконечной, поскольку

(а) в бесконечной (и вечной) Вселенной небо должно иметь яркость поверхности Солнца (фотометрический парадокс – парадокс Шезо-Ольберса) [207, с.50; 331, с.41-42; 435, с.256; 589, с.120-121];

(б) в бесконечной Вселенной на тела должны действовать бесконечные по величине силы тяготения (гравитационный парадокс – парадокс Зеелигера) [207, с.51; 331, с.42-43; 450, с.65-67; 589, с.120];

(в) из общей теории относительности следует вывод о кривизне пространства и его замкнутости [450, с.80-90; 647, с.81].

Вселенная не вечна, поскольку

(а) в вечной (и бесконечной) Вселенной ночное небо должно иметь яркость поверхности Солнца (фотометрический парадокс) [207, с.50; 331, с.41-42; 435, с.256];

(б) бесконечно долго существующая Вселенная в силу законов термодинамики (ее второго начала) должна находиться в равновесии [207, с.50; 331, с.44-45] (термодинамический парадокс);

(в) красное смещение¹ в спектрах далеких галактик, пропорциональное расстоянию, свидетельствует о расширении Вселенной, начавшемся примерно 15 (13,6) млрд. лет назад [258, с.13; 417, с.453-455, 450, с.18-23; 478, с.39];

(г) в природе существуют уран и другие радиоактивные элементы [647, с.612];

Вселенная эволюционирует (изменяется в целом), поскольку

(а) из общей теории относительности следует, что Вселенная не может быть стационарной, а должна расширяться или сжиматься [450, с.14-18; 207, с.63-66];

¹ «Красное смещение – увеличение длин волн (λ) линий в электромагнитном спектре источника (смещение линий в сторону красной части спектра) по сравнению с линиями эталонных спектров. Количественно К. с. характеризуется величиной $z = (\lambda_{\text{прин}} - \lambda_{\text{исп}}) / \lambda_{\text{исп}}$, где $\lambda_{\text{прин}}$ и $\lambda_{\text{исп}}$ – соответственно длина волны, испущенной источником и принятой наблюдателем (приемником излучения)» [590, с.318].

(б) красное смещение в спектрах далеких галактик, пропорциональное расстоянию, свидетельствует о расширении Вселенной (взаимном удалении галактик) [258, с.13; 450, с.18-23];

(в) наблюдаемое соотношение между количеством водорода и гелия во Вселенной доказывает, что Вселенная вначале была «горячей» [450, с.112-120; 373, с.90; 579, с.266];

(г) существование микроволнового фона (реликтового излучения) доказывает, что Вселенная в прошлом была «горячей» [258, с.141-144, 450, с.101-104; 207, с.88-90; 531, с.319; 373, с.90-91; 589, с.509-513; 236, с.283-285, 478, с.176];

(д) плотность радиоисточников (квазаров) в прошлом была выше, а начиная с некоторого расстояния квазары не встречаются [258, с.15, с.105; 531, с.318-319; 373, с.90; 330, с.512-514; 417, с.444-446], «в прошлом число галактик было больше, чем сейчас» [207, с.77];

(е) свойства квазаров и галактик меняются с расстоянием – имеет место эволюция квазаров и галактик [207, с.77; 252, с.370].

Таким образом, доводы против представлений о бесконечной и неизменной Вселенной в пользу представлений об эволюционирующей, имеющей начало во времени Вселенной, основываются на:

- 1) космологических парадоксах,
- 2) общей теории относительности,
- 3) наблюдательных (фактических) данных.

Проанализируем, насколько доказательны эти аргументы.

Но прежде чем этим заняться, рассмотрим обоснованность наиболее нелепое утверждения релятивистской космологии – об образовании Вселенной из ничего.

Этому вопросу посвящена статья академика АН СССР Я. Б. Зельдовича «Возможно ли образование Вселенной «из ничего»?» [255]. Вначале он уточняет вопрос и формулирует его таким образом: не противоречит ли положение об образовании Вселенной из ничего законам физики? Далее следуют рассуждения, которые заканчиваются выводами, что образование Вселенной из ничего не противоречит закону сохранения электрического заряда и закону сохранения энергии, поскольку полный заряд Вселенной равен нулю, и полная энергия Вселенной, согласно общей теории относительности тоже равна нулю. Обсуждается также закон сохранения барионного заряда. По ходу обсуждения появляется заключение: «Рождение Вселенной такой, какой мы ее наблюдаем, возможно лишь в том случае, если закон сохранения барионного заряда может быть нарушен» [там же, с.19]. О нарушениях этого закона в статье ничего не сказано. Значит, образование Вселенной из ничего невозможно? Как бы не так! Окончательный вывод академика АН СССР следующий: «Существование Вселенной, заполненной веществом, является пока единственным, но очень веским доказательством несохранения барионного заряда» [там

же, с.20]. Иными словами, начав с рассмотрения возможности образования Вселенной из ничего, Я. Б. Зельдович в конце концов это образование принял как доказанное и на этом основании сделал вывод о несохранении барионного заряда. Т.е. совершил элементарную логическую ошибку под названием «подмена тезиса».

Далее, выражение «существование Вселенной, заполненной веществом, является... веским доказательством несохранения барионного заряда» является перефразированным онтологическим доказательством бытия бога: «существование мира доказывает существование творца, который создал этот мир», которое было в ходу у средневековых богословов и которое современные учёные попы уже не используют. Таким образом, чтобы обосновать образование Вселенной из ничего, Я. Б. Зельдович заимствовал прием обоснования у средневековых богословов. Это неудивительно: способы обоснования ложных положений, как и методы доказательства истинных, с тех пор мало изменились.

Согласно Я. Б. Зельдовичу, закон сохранения энергии не запрещает образование Вселенной из ничего, так как полная энергия Вселенной – если учесть тяготение – равна нулю. Это чистой воды софизм, убедительный только для тех теоретиков, которые имеют привычку оперировать формулами, совершенно не задумываясь об их смысле. На чем основывается этот софизм?

«...Уже Кант рассматривал материю как единство притяжения и отталкивания» [10, с.393]. Задолго до установления закона сохранения энергии философия пришла к выводу: «сумма всех притяжений во Вселенной равна сумме все отталкиваний» (см. [10, с.393]). Соответственно, если из суммы притяжений вычесть сумму отталкиваний, получается нуль. Но если из этого следует возможность образования Вселенной из ничего, то с таким же правом можно «доказать», что из ничего может образоваться все, что угодно, любой объект, если записать относящуюся к нему формулу в таком виде, когда ее правая часть равна нулю.

При большом желании можно сказать, что полная энергия Вселенной равна нулю, помня, что энергией тела называется его способность производить работу и что Вселенная, будучи бесконечной, не имея окружения, не может произвести работу. Но из этого, разумеется, не следует, что Вселенная может образоваться из ничего.

Еще одно замечание. Если полная энергия Вселенной равна нулю, то нулю не равна энергия никакой части Вселенной – от галактики до элементарной частицы. Следовательно, по логике Зельдовича, в силу закона сохранения энергии никакая часть Вселенной из ничего не может образоваться. Следовательно, Вселенная, возникшая из ничего, не может иметь частей. Следовательно, возникшая из ничего Вселенная представляет собой математическую точку, ибо, как гласит определение, «точка есть то, что не имеет частей» [441, с.11].

Соответственно вывод о возможности образования Вселенной из ничего «обоснован» примитивными до нелепости софизмами ¹.

«Когда ученые сражаются против астрологических бессмыслиц вне стен «храмов науки», неплохо было бы припомнить, что в самих этих стенах подчас культивируется еще худшая бессмыслица» [75, с.64].

Впрочем, вопрос об обоснованности релятивистской космологии с некоторых пор совершенно не волнует ее сторонников.

А. Н. Павленко пишет, что теория А. А. Фридмана «стала общепризнанной еще до того, как получила первое опытное подтверждение в 1928 г.» [471, с.222], и называет это эмпирической невесомостью теории. Современное состояние космологии А.Н.Павленко характеризует так: «...в космологии, а равно и в физике наступил период, точнее эпоха, когда теоретические разработки не только сильно опережают опытные исследования, но по некоторым направлениям опередили их навсегда...» [там же, с.226].

Он также пишет, что «подавляющее большинство *собственно космологических фактов*, предсказанных инфляционной парадигмой, проверить нельзя в принципе или, если несколько смягчить это утверждение, – в наше время и в *обозримом будущем*» [там же, с.227] и что «*стадия эмпирической невесомости теории* из предварительной и преходящей имеет тенденцию превращения в основное состояние» [там же].

Соответственно материалисты, которые намерены изучать природу, могут относиться к такого рода эмпирически невесомым теориям как к научной фантастике. Поэтому мы не будем дальше ни упоминать, ни обсуждать вопросы, касающиеся образования Вселенной.

О космологических парадоксах

Фотометрический парадокс (парадокс Шезо-Ольберса) возникает в следующих рассуждениях.

Поскольку в любом направлении в бесконечном пространстве стационарной Вселенной на луче зрения должна оказаться какая-нибудь звезда, то небо должно иметь яркость по меньшей мере такую,

¹ История с обоснованием возможности образования Вселенной из ничего напоминает хитрость Кота в сапогах, который, желая съесть великана, убедил того превратиться в мышь. По мере того как увеличивались масштабы наблюдаемого мира, церковникам все труднее было убеждать паству в сотворении этого мира богом. Тогда идеалисты стали убеждать всех, что мир когда-то был меньше, чем сейчас, потом, что был маленьким, затем – размером с элементарную частицу. А поверить в образование микрочастицы из ничего, разумеется, гораздо проще, чем в образование из ничего хотя бы Солнечной системы. Между тем, словно предвидя такие уловки, Ф. Энгельс давно написал: «Без акта творения мы уж, конечно, никак не можем перейти от ничего к чему-то, хотя бы это «что-то» было не больше математического дифференциала» [14, с.55].

как яркость поверхности Солнца. В действительности этого не наблюдается. Следовательно, Вселенная не может быть вечной и бесконечной (см. например [331, с.41-42; 435, с.256]).

К фотометрическому парадоксу можно прийти по-другому. Световой поток от точечного источника света через заданную площадку убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от источника. Если звезды равномерно заполняют Вселенную, то их количество в сферическом слое большого радиуса прямо пропорционально квадрату радиуса, а световой поток в центре сферы от всего сферического слоя не зависит от его радиуса. Если найти сумму световых потоков от бесконечного числа слоев, заполняющих бесконечную Вселенную, то получим, что небо должно иметь бесконечную яркость. Если учесть, что звезды заслоняют друг друга, то можно заключить, что поверхность неба должна иметь яркость поверхности Солнца [207, с.50].

Можно ли считать эти рассуждения бесспорными?

Обратим внимание на то обстоятельство, что в этих рассуждениях исходят из того, что фотон, двигаясь в межзвездной и межгалактической среде в течение миллиардов лет, остается неизменным, т.е. без всякой аргументации отрицается старое, не знающее исключений положение диалектики «все меняется» (кроме материи (Вселенной) в целом).

Далее, в одной из заметок, вошедших в «Диалектику природы», Ф. Энгельс писал:

«Если эфир вообще оказывает сопротивление, то он должен оказывать его также и свету, а в таком случае на известном расстоянии он должен стать непроницаемым для света. Но из того, что эфир распространяет свет, является средой для него, вытекает необходимо, что он вместе с тем оказывает и сопротивление свету, ибо иначе свет не мог бы приводить его в колебания. — Это является решением затронутых у Медлера и упоминаемых Лавровым спорных вопросов» [10, с.602].

Здесь Энгельс, во-первых, совершенно определенно высказался в пользу того, что эфир оказывает сопротивление свету, что на определенном расстоянии эфир должен стать непроницаемым для света, и что этим решаются некоторые спорные вопросы. Несложно догадаться, что речь идет именно о фотометрическом парадоксе.

Заметим, что в другом месте Энгельс записал: «Что заполняет промежутки (между молекулами, — В.И.)? Тоже эфир. Здесь, значит, постулируется такая материя, которая не расчленена на молекулярные или атомные клетки» [10, с.602]. Соответственно те, кто считает положение о существовании эфира устаревшим, могут назвать то, что заполняет промежутки между молекулами, физическим вакуумом, темной материей и т. п.

Главное в приведенном высказывании Энгельса то, что среда, в которой распространяется свет, не может не оказывать ему сопротивления, соответственно, не вызывая потери его энергии за длительное время. Поэтому, прежде чем говорить о фотометрическом парадоксе, необходимо доказать полное отсутствие сопротивления свету в межзвездной и межгалактической среде. Те, кто пишут о фотометрическом парадоксе, как правило, не утруждают себя такими доказательствами.

Энгельс также писал, что абсолютным законом природы является положение: «любая форма движения способна и вынуждена при определенных для каждого случая условиях превращаться, прямо или косвенно, в любую другую форму движения» [10, с.539-540]. Из этого закона следует, что невозможны условия, в которых некая форма движения оказалась бы абсолютно неспособной к превращению в другие формы движения (подробнее см. гл. 7).

А еще Энгельс писал, что является немыслимым, чтобы излученная звездами теплота (и свет) потеряла способность к превращению в иные формы движения [10, с.361-362], (т.е. перестала бы превращаться в иные формы движения). Такое допущение равносильно допущению, что энергия может теряться качественно.

Таким образом, существует по меньшей мере три весьма общих положения (закона), в силу которых свет (фотон), движущийся в космическом пространстве, должен изменяться (фотон должен терять энергию)¹. Соответственно, если сегодня кто-то излагает фотометрический парадокс без всяких оговорок, то, наверно, потому, что желает не столько разрешить этот парадокс, сколько использовать его для опровержения традиционных материалистических воззрений о вечной и бесконечной Вселенной.

Гравитационный парадокс (парадокс Зеелигера) формулируется следующим образом: если Вселенная бесконечна и закон всемирного тяготения Ньютона действует на любых расстояниях, то в бесконечной Вселенной на каждое тело должны действовать бесконечные по величине силы тяготения (см. например [207, с.50-51; 331, с.42-43]).

При получении такого заключения существенную роль играет то обстоятельство, что сила тяготения обратно пропорциональна квадрату расстояния между телами. Если сила тяготения убывает с рас-

¹ Если вспомнить, что энергия фотона пропорциональна частоте, то, полагая скорость света постоянной, можно прийти к заключению, что должно наблюдаться **красное смещение** линий в спектрах отдаленных небесных тел — тем большее, чем больше расстояние до небесного тела. А если предположить, что Вселенная находится в стационарном состоянии, то можно вывести и закон Хаббла.

том расстояния быстрее, чем $1/r^2$, то гравитационный парадокс не возникнет.

Но можно ли утверждать, что показатель степени при расстоянии в законе всемирного тяготения точно равен двум при любом расстоянии между телами, особенно, если учесть, что размеры галактик во столько раз превышают размеры Солнечной системы, во сколько размеры макротел превышают размеры атомов? (См. [637, с.24]).

Ньютон доказал, что если показатель степени при расстоянии в законе всемирного тяготения отличается от двух, то планеты будут описывать не эллипсы, а незамкнутые кривые, которые можно представить как поворачивающиеся эллипсы. Иными словами, в этом случае должно наблюдаться вращение перигелиев планет. А так как, согласно данным наблюдений, имевшимся в распоряжении Ньютона, перигелии планет неподвижны, то Ньютон заключил, что показатель степени равен двум (см. напр. [371, с.223-224; 552, с.62]).

Но в середине XIX в. Лаврье обнаружил вращение перигелия у ближайшей к Солнцу планеты – Меркурия. Точнее, не вращение перигелия, а то, что наблюдаемое вращение перигелия Меркурия (523" в столетие) больше того значения, обусловленного притяжением других планет (480" в столетие), которое следовало из теории, основанной на законе тяготения Ньютона. Вот эта разница – 43" (в столетие!) и обеспокоила астрономов.

Об этой проблеме перигелия Меркурия существует обширная литература, среди которой монография [515], в которой читатель может найти много интересного. Для нас же представляется важным то, что такое вращение перигелия Меркурия можно было объяснить тем, что показатель степени при расстоянии в законе всемирного тяготения равен не 2, а 2,00000016. Такой закон предложил А.Холл ¹.

Утверждают, что формула Холла не может быть признана истинной, т.к. для описания движения Луны показатель степени необходимо принимать равным не 2,00000016, а 2,00000004 и, соответственно, движение планет и Луны нельзя описать одной формулой (см. например [331, с.39 ²]). Но откуда следует, что закон всемирного тяготения должен выражаться степенной функцией расстояния? Числа 2; 2,00000016; 2,00000004 получены на основе обработки эмпирических данных. Объяснения закона всемирного тяготения, как и природы сил тяготения,

¹ Ньютон «показал, что стоит только ничтожно изменить показатель 2 в законе Т. и тело вместо эллипса будет описывать около центра притяжения весьма сложную кривую, состоящую из множества равных, но различно расположенных эллиптических завитков... Галль (Холл, – В.И.) показал, что для объяснения невязки перигелия Меркурия достаточно было положить $a=0,00000016$ » [577, с.385].

² В книге И. А. Климишина [331, с.39] ошибочно написано 2,00000004 вместо 2,00000004 [552, с.63].

до сих пор нет¹. Можно предположить, что сила тяготения зависит от расстояния более сложным образом, чем это выражают степенные функции, что закон всемирного тяготения приближенно выражается для земных расстояний формулой с показателем степени 2, для расстояний порядка 10^5 км – формулой с показателем степени 2,00000004, для расстояний порядка 10^8 км – формулой с показателем степени 2,00000016.

Закон всемирного тяготения с показателем степени 2,00000016 (а точнее, 2,0000001612) был использован американским астрономом С. Ньюкомом при создании теорий движения планет Солнечной системы, использовавшихся с 1901 г. при составлении астрономических ежегодников [548, с.485].

Соответственно, начиная с 1901 г. в небесной механике в практических расчетах использовался закон тяготения, который не приводит к гравитационному парадоксу. Поэтому можно утверждать, что те, кто писали после 1901 года о гравитационном парадоксе, демонстрировали либо незнание небесной механики, либо непонимание значения практики как критерия истины, либо заинтересованность в том, чтобы нагромоздить в классической картине мира побольше мнимых проблем, а потом их якобы разрешить в релятивистской космологии!

Термодинамический парадокс – бесконечно долго существующая Вселенная должна находиться в состоянии равновесия (тепловой смерти) (см. например [207, с.50]). Такое заключение, мол, следует либо вообще из законов термодинамики [207, с.50], либо из ее второго закона, либо из закона возрастания энтропии.

Прежде всего заметим, что под названием «термодинамический парадокс» в качестве неоспоримого вывода термодинамики в космологии преподносится гипотеза тепловой смерти Вселенной, сформулированная на основе второго закона термодинамики полтора века назад. За это время содержание этого закона существенно изменилось, и сегодня, основываясь на нем невозможно получить такие заключения, какие делались лет сто назад.

Об этом подробно будет сказано в следующей главе. Здесь мы кратко укажем на некоторые ошибки, допускаемые теми, кто сегодня на основании второго начала термодинамики делает заключения об эволюции Вселенной или ее стремлении к равновесию.

Сегодня нельзя утверждать, что Вселенная стремится к равновесию в силу второго закона термодинамики. В современной термодинамике положение «*изолированная макроскопическая система с течением времени приходит в состояние термодинамического равновесия*» [101,

¹ Вывод формул для закона тяготения дают В. А. Ацюковский [90, с.210-230], и А. Н. Жук [244, с.187-220], исходя из различных посылок. Однако оба получают формулы, согласно которым сила тяготения убывает быстрее, чем по Ньютоновскому закону, а значит, гравитационный парадокс не возникает.

с.17] — это не следствие второго закона, а независимый постулат, который называется «общее начало термодинамики» [101, с.17; 530, с.16], «первый, или основной, постулат термодинамики» [101, с.17], «постулат о термодинамическом равновесии» [186, с.19]. Вывод о тепловой смерти Вселенной есть результат распространения на всю Вселенную общего, а не второго начала термодинамики, на что указано, например, в курсах [376, с.134; 530, с.136].

А общее начало термодинамики доказывается путем индукции. Оно неприменимо не только ко Вселенной, но даже к отдельной звезде, так как звезда после изоляции не придет в равновесие, а взорвется.

Далее, авторы, которые «пугают» читателей наступлением во Вселенной равновесия, подразумевают под равновесием всеобщую смерть. Это совершенно ошибочное представление, которое применимо только к чисто механическим явлениям, где равновесие абсолютно противоположно движению и означает отсутствие движения (скорости равны нулю). В других науках это не так. Например, в химии химическое равновесие — это не отсутствие химических процессов, а одновременное протекание противоположных реакций с равными скоростями.

Согласно диалектико-материалистическому мировоззрению вечно одной и той же остается материя в целом. «Взятая в целом, материя не развивается...» [290, с.415]. «Это, естественно, не только не отрицает, но, наоборот, предполагает, что в каждой конечной сфере ее существования... постоянно происходит действительное диалектическое развитие» [там же, с.416].

Соответственно, когда диалектические материалисты говорят, что неизменная в целом материя движется в круговороте, то можно сказать, что Вселенная в целом находится в равновесии. Вселенная не может стремиться к равновесию, т.к. всегда находится в равновесии! При этом в ней всегда происходят процессы образования и разрушения — атомов, звезд, галактик ¹.

Нельзя также утверждать, что Вселенная в целом изменяется, ссылаясь при этом на закон возрастания энтропии.

Макс Планк писал:

«Опыт свидетельствует о том, что при всех процессах, происходящих в природе, по крайней мере в неорганической природе, имеют место некоторые изменения, так что полное возвращение Вселенной к состоянию, которое было прежде, невозможно. Это приводит к следующему утверждению: существует функция, зависящая от состояния Вселенной в данный момент времени, значение которой вследствие происходящих самих собою в природе изменений всегда возрастает... Если мы назовем эту

¹ На это обращал внимание К.А. Путилов [503, с.140-142].

функцию энтропией, то тем самым мы одновременно в самом общем виде дадим определение этого понятия...» [484, с.70].

Иначе говоря, согласно Планку, факт (а в действительности – необоснованное предположение) о необратимой эволюции Вселенной в целом является основанием для введения энтропии – функции, являющейся мерой этого необратимого изменения. Следовательно, если кто-то ссылается на закон возрастания энтропии как основание для заключения о необратимой эволюции Вселенной, то он совершает логическую ошибку предвосхищенного основания.

А если учесть, что «вопрос о физических основаниях закона монотонного возрастания энтропии остается... открытым» [369, с.48], что «...через 150 лет после того, как второй закон был сформулирован, он все еще представляет собой скорее программу, чем четко очерченную теорию в обычном смысле этого понятия» [494, с.188], что в термодинамике есть проблема доказательства существования энтропии (см. например [222, с.317-378; 294, с.71-75]), то при обсуждении судеб вселивенной, на наш взгляд, лучше воздерживаться от употребления понятия «энтропия».

Между тем релятивистские космологи не только не знают этих тонкостей, но и, по-видимому, не желают о них знать. К такому заключению можно прийти, читая следующие рассуждения.

«...Второе начало термодинамики запрещает осциллирующую модель (модель, в которой Вселенная то расширяется, то сжимается, – В.И.). В самом деле, энтропия Вселенной только растет (существует ли энтропия Вселенной и каковы ее свойства – такой вопрос даже не возникает, – В.И.). Энтропия растет и в ходе расширения, и в ходе сжатия... (интересно, откуда известно, что энтропия растет при сжатии Вселенной? – В.И.)¹.

Для дальнейших выводов центральную роль играет предположение (именно предположение, – В.И.), что энтропия не уменьшается при прохождении через сингулярность (тем самым энтропия выступает в роли некоей бессмертной души, которая переселяется из одной Вселенной в другую. Ведь сингулярность – это такое состояние, где радиус Вселенной равен нулю, где, можно сказать, исчезает все: пространство, время, не говоря уже о веществе. А вот энтропия даже не уменьшается! – В.И.). Это предположение мы принимаем, даже не имея последовательной квантовой теории сингулярного состояния (а точнее, без всяких оснований, – В.И.).

¹ Интересно отметить, что западный автор был не столь категоричен: «Пятьдесят лет назад считалось, что энтропия Вселенной возрастает, и это вполне может оказаться справедливым... В модели «Большого взрыва» («Big Bang»), т. е. в модели расширяющейся Вселенной, предполагается, что в наше время энтропия возрастает. Если в последующем Вселенная начнет сжиматься, то энтропия, вероятно, будет уменьшаться» [328, с.63].

...В ОТО и в ньютоновской теории энтропия растет; сингулярное состояние, вероятно (! – В.И.), не должно нарушать этот общий закон, так же как и закон сохранения барионов. ...Удельная энтропия нашей Вселенной (на один барион) конечна. Отсюда следует, что Вселенная пережила в прошлом лишь конечное время существования, ибо в каждом цикле энтропия возрастает на конечную величину и при бесконечном числе циклов удельная энтропия была бы бесконечна» [258, с.700-701] (см. также [155, с.142; 449, с.133-140; 450, с.160-163]).

Впоследствии, как об этом говорилось выше, Я.Б.Зельдович стал утверждать, что закон сохранения барионного заряда может нарушаться (чтобы «не препятствовать» возникновению Вселенной из ничего). А вот энтропия при переходе через сингулярность должна сохраняться (или увеличиваться), чтобы не допустить вечного существования Вселенной. Похоже, в современной космологии можно делать любые допущения, если на их основе получаются «нужные» (кому? – Римскому папе!) заключения об эволюции, конечности, возникновении Вселенной.

Таким образом, подобно рассмотренным выше фотометрическому и гравитационному парадоксам, термодинамический парадокс появляется при использовании ряда совершенно необоснованных посылок и игнорировании современной термодинамики.

Обращаем внимание читателя на тот факт, что релятивистская космология, которая, по словам ее сторонников, успешно разрешила три парадокса классической космологии, породила по меньшей мере двенадцать (!) новых нерешенных проблем (о чем упоминалось выше)¹, из чего можно заключить, что релятивистская космология продвинула науку не к истине, а в прямо противоположном направлении.

Подытоживая сказанное в данном разделе, можно заключить, что утверждение, будто существование парадоксов классической космологии заставляет отказаться от картины мира вечной, бесконечной, неизменной Вселенной в пользу релятивистской космологии, есть плод воображения релятивистских космологов. Разумеется, диалектическим материалистам при обсуждении естественнонаучных проблем не следует обращать внимание на чье-то воображение.

¹ В теории Большого взрыва есть и другие нерешенные проблемы. Одна из наиболее острых – «каким образом формировались галактики?» [531, с.315]. «Современное понимание вопроса формирования галактик находится в совершенно неудовлетворительном, даже парадоксальном состоянии. Существующие теории, даже самые изощренные, не позволяют заметить сдвигнуться с исходных позиций. Их нельзя подвергнуть строгой проверке, и ни одна не получила до сих пор общего признания. Напротив, если бы галактики не существовали, их отсутствие можно было бы легко объяснить» [525, с.185].

Общая теория относительности и космология

В литературе по космологии можно часто прочесть, что из общей теории относительности (ОТО) следуют заключения о конечности Вселенной и ее нестационарности (см. например [450, с.14-18]). Поскольку истинные заключения из некоторых посылок получаются только при условиях истинности посылок и правильности вывода, рассмотрим два вопроса: а) в какой мере можно считать ОТО истинной? б) следуют ли из ОТО заключения об эволюции и конечности Вселенной?

Первый вопрос у читателя, знакомого с научной и научно-популярной литературой, может вызвать удивление. Какие могут быть здесь сомнения, когда в сотнях книг и статей, научных и научно-популярных, об ОТО пишут как о величайшем достижении физики XX века, навсегда изменившем наши представления о Вселенной?

Вместо ответа на такого рода вопрос автор считает нужным сообщить читателю следующее.

В 1970 г., спустя более чем полвека после создания ОТО, академик АН УССР А. З. Петров писал:

«Что же касается общей теории относительности, то вопреки довольно широко распространенному мнению могучее сооружение этой теории покоится на столь шатком фундаменте, что ее можно назвать колоссом на глиняных ногах. В самом деле, этот фундамент образован в настоящее время всего лишь двумя астрономическими наблюдениями (смещение перигелия Меркурия и отклонение светового луча при прохождении около диска Солнца) и одним наблюдением красного смещения в поле большой массы (которое может быть объяснено и без привлечения теории относительности)» [475, с.6]. И далее: «...Самым «горячим местом» в общей теории относительности сегодня является проблема ее экспериментального обоснования» [там же, с.7].

Л. Бриллюэн в своей книге «Новый взгляд на теорию относительности» высказался более резко:

«...Нет никаких экспериментальных фактов, подтверждающих громоздкую в математическом отношении теорию Эйнштейна» [139, с.82].

Это мнение позже по сути подтвердил известный специалист в области релятивистской теории гравитации К.Уилл.

«...К 1960 г. можно было утверждать, что ОТО базируется на следующих эмпирических фактах: один тест средней точности (смещение перигелия Меркурия, точность около 1%), один тест низкой точности (отклонение света Солнцем, точность около 50% ¹), один неубедитель-

¹ Кстати, при такой точности нельзя было отдавать предпочтение ОТО перед Ньютоновской теорией тяготения. Ведь последняя предсказывала для отклонения луча света Солнцем 0,85", а ОТО – 1,7" (см. например [150, с.80; 209, с.43]).

ный тест, по существу тестом не являющийся (гравитационное красное смещение) и космологические наблюдения, которые не позволяли сделать выбор между ОТО и стационарной теорией тяготения. Да еще различные альтернативные теории претендовали на достоверность» [579, с.15-16]. («К 1960 г. можно было насчитать не менее 25 таких альтернативных теорий» [там же, с.15]).

Можно констатировать, что в течение полувека релятивистская космология развивалась на основе теории, которая не имела серьезных опытных подтверждений. Выводы о конечности Вселенной обосновывались ссылкой на теорию, которая сама являлась необоснованной!¹

Неудивительно, что эта теория (а на самом деле гипотеза) применялась исключительно в космологии, т.е. в области, бесконечно далекой от человеческой практики.

Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков писали: «Судьба общей теории относительности (ОТО) поистине драматична. Грандиозная по своему замыслу, необычайно единая и стройная, поразительный продукт индивидуального творчества гения, эта теория до последнего времени с трудом находит себе область применения к реально наблюдаемым явлениям» [256, с.18]. «До недавнего времени конкретная астрофизика обходилась без ОТО. В качестве характерных примеров можно указать на два классических труда — Чандрасекара... и Шварцшильда... где вообще ОТО даже не упоминается» [256, с.23]². «Единственной (до недавнего времени), но весьма важной областью применения ОТО была космология» [там же, с.21].

Неясно, правда, нужна ли была в космологии ОТО. Ведь, как написал позже И. Д. Новиков, «в сравнительно малых участках, меньше примерно десяти миллиардов парсек (что в несколько раз больше радиуса наблюдаемой части Вселенной. — В.И.), можно пользоваться ньютоновской теорией для решения космологических задач»³ [450, с.71].

¹ «Физика, подарив астрономии удивительнейшую из теорий — ОТО, ждет от науки о Вселенной свидетельств истинности этой теории» [372, с.57] (1976 г.).

² Спустя два десятилетия ситуация мало изменилась. В изданной в 1989 году книге «Гравитационная физика звездных и галактических систем» [525] сказано: «Почти вся изложенная в этой книге теория имеет в своей основе классическую теорию тяготения Ньютона» [525, с.7]. Думается, слухи о значении ОТО для современной теоретической физики являются сильно преувеличенными.

³ Такая логика совпадает с логикой церковников: в реальной жизни обычный человек может не найти свидетельств существования бога, и может действовать так, будто бога нет. Но после смерти он увидит бога воочию — если попадет в рай.

Что же касается небесной механики, то почти весь XX век она обходилась без ОТО¹.

«С 1901 г. все астрономические ежегодники, кроме французского, переходят на теории Ньюкома движения планет. В случае Меркурия (! – В.И.), Венеры, Земли эти теории используются в ежегодниках до настоящего времени» [548, с.484].

«Основу эфемерид внутренних планет (Меркурия, Венеры, Марса) и Солнца, публикуемых в «Астрономическом Ежегоднике СССР» и ежегодниках Великобритании и США, составляют теории движения планет, полученные Ньюкомом...

Французский ежегодник «*Connaissance des Temps*» публикует эфемериды Солнца и всех больших планет (кроме Плутона), основанные на теориях их движения, построенных Леверрье» [69, с.263].

Таким образом, в то самое время, когда в многочисленных популярных книжках и статьях рассказывалось, как замечательно ОТО объяснила вращение перигелия Меркурия и пришла на смену ньюто-

¹ Следует сказать, что небесная механика не одно десятилетие на практике доказывала ошибочности одного из основополагающих положений теории относительности, а именно – о том, что скорость света является предельной для физических взаимодействий. В небесной механике гравитации приписывается бесконечно большая скорость распространения, что некоторые авторы рассматривают как серьезный порок ньютоновской теории тяготения (см. например [124, с.30, 207, с.57]). Между тем, во-первых, это положение подтверждается практикой небесной механики – ее расчеты самые точные в современном естествознании. А во-вторых, физики никогда не утверждали, что скорость тяготения бесконечна. К примеру, Лаплас писал: «Мгновенно ли передается притяжение от одного тела к другому? Продолжительность его передачи, если бы она была для нас ощутима, обнаружилась бы главным образом в вековом ускорении движения Луны. Я предполагал таким способом объяснить наблюдаемое ускорение этого движения и нашел, что удовлетворить наблюдениям можно, лишь приписав силам притяжения скорость, в 7000000 раз большую скорости светового луча. Так как причина векового уравнения Луны в настоящее время хорошо известна, мы можем утверждать, что тяготение передается, по крайней мере, в 50000000 раз быстрее света. Поэтому, не боясь внести заметную ошибку, можно считать его распространение мгновенным» [371, с.309] (см. [там же, с.224]). «Вывод Лапласа подтвержден Тиссераном и другими теоретиками. В 1834 г. Леман-Фильес решил тот же вопрос несколько иначе: он принимал во внимание поступательное движение Солнца. Низший предел скорости Т. получился иной, но по-прежнему превышающий всякое представление» [577, с.384-385]. «Так как скорость света составляет 300 000 км/с, то по Лапласу минимальная скорость тяготения близка к $15 \cdot 10^{12}$ км/с. Хотя впоследствии и оказалось, что истинная теоретическая величина векового ускорения Луны вдвое меньше, чем ее нашел Лаплас, к его словам о скорости распространения тяготения нельзя прибавить ничего более определенного» [189, с.79].

новской теории тяготения, при расчетах движения планет, в том числе и Меркурия, в небесной механике ОТО не использовали¹.

Положение изменилось в середине 80-х гг. XX в.

«...С 1985 г. основные астрономические ежегодники, в которых публикуются эфемериды (данные наблюдений небесных тел), перешли на релятивистскую основу. В таких ежегодниках координаты больших планет и Луны вычисляются по релятивистским теориям движения этих тел, а для расчета видимых координат звезд на небесной сфере употребляются алгоритмы, учитывающие релятивистские законы» [145, с.89].

Еще раньше, где-то с середины 1960-х гг., существенно изменилось положение с опытной проверкой ОТО. Цитированный выше К. Уилл писал:

«...В последние два десятилетия благодаря технической революции связь ОТО с экспериментом достигла беспрецедентной степени точности. При экспериментальной проверке рядовых предсказаний ОТО для солнечной системы обычной стала точность, равная долям процента (или даже лучше)» [579, с.9] (см. также [580, с.11-12; 631]).

Однако он же замечал:

«Общая теория относительности победоносно прошла через все проверки постньютоновских гравитационных эффектов в Солнечной системе. Но то же самое можно сказать о еще нескольких альтернативных теориях...»² [580, с.42].

Можно поэтому утверждать, что в 1985 г. ОТО не получила окончательное подтверждение практикой, а что в 1985 г. началась серьезная проверка этой теории практикой (причем без такой же проверки альтернативных теорий).

Кроме того, в конце 1970-х – начале 1980-х гг. появилась серия работ академика АН СССР А. А. Логунова и его сотрудников с критикой ОТО (см. например [386-389]). По их мнению, ОТО является ложной

¹ Утверждение «Небесная механика Солнечной системы доказывает правильность ОТО...» [233, с.560] в статье 1980 г. не соответствовало действительности.

Действительное значение ОТО для небесной механики в те годы наглядно демонстрирует «Справочное руководство по небесной механике и астродинамике» изданное в 1976 г. В этом руководстве, объемом 864 страницы, параграф «Релятивистские поправки» занимает полстраницы (и относится к части «Движение искусственных спутников Земли»). В этом параграфе сказано: «Релятивистские поправки весьма малы, и едва ли их можно обнаружить из наблюдений» [548, с.631].

Опубликованная в 1972 г. книга «Релятивистская небесная механика» [144] является сугубо теоретической.

² Непонятно, на чем основано следующее утверждение: «эта программа... завершилась триумфом ОТО» [145, с.93].

теорией ¹, она не подтверждается опытными данными ², ее необходимо заменить так называемой релятивистской теорией гравитации (РТГ). Эти работы подверглись критике, в частности со стороны академиков Я. Б. Зельдовича и В. Л. Гинзбурга (см. например [259, 209]).

Автор вовсе не намерен выступать судьей в споре академиков ³. Но если кто-то, ссылаясь на ОТО, делает заключение о конечности Вселенной, то против этого можно привести слова А. А. Логунова:

¹ «...Принятие концепции ОТО ведет к отказу от ряда фундаментальных физических принципов, лежащих в основе физики. Во-первых, это отказ от законов сохранения энергии-импульса и момента количества движения вещества и гравитационного поля вместе взятых. Во-вторых, отказ от представления гравитационного поля как классического поля типа Фарадея – Максвелла, обладающего плотностью энергии-импульса...» [386].

² «Детальный анализ показывает неоднозначность предсказаний ОТО для гравитационных эффектов в Солнечной системе, причем для одних эффектов произвол возникает в членах первого порядка по гравитационной постоянной G , а для других – в членах второго порядка» [386, с.46].

«ОТО не только логически противоречива с точки зрения физики, но и прямо противоречит экспериментальным данным о равенстве инертной и гравитационной масс» [389, с.29].

«Из ОТО в принципе не следует, что двойная система теряет энергию из-за гравитационного излучения» [389, с.9-10].

³ Нельзя не отметить то обстоятельство, что в своем стремлении доказать истинность ОТО ее сторонники порой выдают желаемое за действительное.

С. И. Вавилов (1928 г.): «смещение звезд около Солнца, предсказанное общей теорией относительности, подтверждается как с качественной, так и с количественной стороны. Свет тяготеет к Солнцу не по Ньютону, а по Эйнштейну» [150, с.89].

В. Л. Гинзбург (1955 г.): «Наблюдения во время полных солнечных затмений привели к обнаружению отклонения световых лучей, проходящих вблизи Солнца, причем предсказания теории подтвердились в пределах достигнутой точности эксперимента, которая равна примерно 10%» [649, с.137].

Астроном, измерявший отклонение световых лучей, А. А. Михайлов (1955 г.): «...В 1924 г. Эсклангон писал: «наблюдения не подтверждают и не опровергают закон отклонения Эйнштейна. Они лишь указывают, если отбросить всякие предположения о систематических ошибках, на существование отклонений около Солнца, но без определенного закона и без точной величины отклонения у солнечного края». Эти слова, быть может в смягченной форме, остаются справедливыми и поныне, несмотря на ряд наблюдений, произведенных в последующие годы» [там же, с.157-158] (см. также [425, 426]).

«Релятивистские эффекты ОТО надежно измерены не только в Солнечной системе, но и за ее пределами – по движению радиопульсара PSR 1913+16, входящего в двойную звездную систему» [259, с.518] (см. также [331, с.121]). Это утверждение не соответствует действительности. Для выполнения необходимых расчетов недостает знания масс звезд, входящих в эту систему (см. например [631, с.232]).

«...РТГ ... однозначно приводит к предсказанию: Вселенная бесконечная и «плоская» [389, с.155].

Впрочем, даже если истинной окажется не РТГ, а ОТО, то для интересующего нас вопроса – об обоснованности положений релятивистской космологии о конечности и эволюции Вселенной – это не имеет особого значения.

Даже сторонник ОТО и релятивистской космологии признавал:

«Наличие же кривизны пространства нельзя считать доказанным ¹, хотя оно весьма вероятно, если учитывать подтверждение других выводов релятивистской космологии» [435, с.257].

Но если не доказана кривизна пространства, то утверждения о конечности Вселенной совершенно безосновательны.

Еще одно ценное признание:

«Теория «Большого взрыва», или, иначе говоря, теория горячей Вселенной, не объясняет расширения. В эту теорию расширение заложено изначально (повторим: не следует из ОТО, а заложено изначально! – В.И.). Как выражаются теоретики, заложено «руками», путем произвольного задания начальных условий. На вопросы, почему Вселенная расширяется, почему галактики разлетаются в настоящее время, ответ состоит в том, что уже в первую секунду (а может быть, и раньше) существовало начальное распределение скоростей, соответствующее разлету» [254, с.67-68].

Таким образом, из ОТО вывод об эволюции Вселенной не следует. Заключение о конечности Вселенной можно получить, используя ОТО, но нет фактов, на которых его можно основать. Следовательно, опровержения положений о вечности, бесконечности, неизменности Вселенной, построенные на ОТО, являются несостоятельными.

Свидетельствуют ли факты об эволюции Вселенной?

В связи с тем что скорость распространения электромагнитного излучения конечна, наблюдаемые с помощью современных телескопов галактики и квазары, отдаленные от Земли на расстояния в миллиарды световых лет, выглядят такими, какими они были миллиарды лет назад. Миллиарды лет – это сопоставимо с возрастом Вселенной в релятивистской космологии (18-15-13 млрд. лет). Поэтому можно ожидать, что

¹ В 1955 г. высказывалось иное мнение: «...Общая теория относительности решила вопрос, который пытался разрешить еще Лобачевский путем измерения суммы углов большого треугольника: она показала, что наше реальное физическое пространство не евклидово, а обладает кривизной» [649, с.90]. Интересно, что физик-теоретик, высказавший это мнение – И. Е. Тамм – считал возможным заменить измерения теорией: теория решила вопрос, который Лобачевский не смог решить путем измерений.

параметры далеких галактик (и их скоплений) и квазаров отличаются от параметров более близких, и что обнаруживаются какие-то тенденции в изменении этих параметров с расстоянием.

В свое время такие тенденции были обнаружены.

«...Получены доказательства того, что удельная плотность наиболее мощных источников энергии во Вселенной — квазаров и радиоисточников — в прошлом была существенно (до тысячи раз!) больше современной; последние 9 млрд. лет квазары вымирают, рождение новых квазаров не компенсирует угасание старых» [258, с.15]. «Наблюдения свидетельствуют об эволюции радиоисточников... ..Результаты (подсчета радиоисточников, — В.И.) подтверждают направленную эволюцию мира как целого...» [258, с.105]. (См. также [531, с.318-319; 330, с.512-514, 417, с.444-446]).

Однако спустя некоторое время было показано, что квазары распределены в пространстве достаточно равномерно, а тенденции в изменении их параметров с расстоянием обусловлены эффектом селекции [568, с.107-108; 350, с.98-99] ¹.

«В первые годы исследований квазаров создалось впечатление, что красные смещения линий поглощения у квазаров слишком часто имеют значения, близкие к 1,95 ². ...Это обстоятельство рассматривалось как свидетельство в пользу одной из моделей расширяющейся Вселенной по Леметру, согласно которой в некоторую эпоху (соответствующую $z=1,95$), происходит замедление расширения... В дальнейшем, однако, выяснилось, что наблюдаемое группирование красных смещений линий поглощения квазаров у значения 1,95 было результатом наблюдательной селекции» [568, с.99]. (См. также [350, с.98-99; 450, с.63-64]).

В свое время утверждалось: «...в прошлом число галактик было больше, чем сейчас, и, кроме того, средние свойства галактик изменяются во времени (в прошлом было больше очень ярких объектов)» [207, с.77].

Но вот в начале 1990-х гг. В. С. Троицкий с сотрудниками на обширнейшем наблюдательном материале (9000 галактик и 4000 квазаров) выполнил сравнение характеристик галактик и сделал вывод о независимости от места объекта в пространстве средних величин светимости, размеров, формы спектров галактик и квазаров, а также дисперсии указанных величин [575, с.706]. Выводы об отсутствии эволюционных эффектов делали и другие авторы (см. [350, с.97-99]).

Еще один вывод В. С. Троицкого: «Статистическая однородность характеристик галактик в пространстве Вселенной свидетельствует о

¹ И если в книге для учащихся, изданной несколько лет спустя после того, как это выяснилось, написано об эволюции радиоисточников [373, с.90], то ее автор сообщает школьникам устаревшие сведения.

² Об этом писал, в частности, В. Л. Гинзбург [207, с.81-82].

значительном ее возрасте, который по крайней мере, на порядок должен превышать возраст галактик, оцениваемый в 15–20 млрд. лет» [575, с.706] (см. также [574]). Соответственно, по оценке В. С. Троицкого, возраст Вселенной, по меньшей мере, на порядок больше того, который устанавливает релятивистская космология.

Если Вселенная в целом изменяется, то можно предположить, что изменяются физические постоянные – константы, которые характеризуют те или иные физические взаимодействия. Время от времени делаются попытки обнаружить изменение физических постоянных со временем. Что же они показывают?

О скорости изменения гравитационной постоянной долгое время было известно, что она не превышает величины, соответствующей 100% за 10 млрд. лет [208, с.170]; в 1983 г. получено значение, соответствующее $(2 \pm 4)\%$ за 10 млрд. лет [там же]; наконец, в 1996 г. получено $(-2,6 \dots 1,4)\%$ за 10 млрд. лет [281].

В 1993 г. для относительного изменения константы, которая называется «постоянная тонкой структуры», и относительного изменения отношения массы электрона к массе протона получены значения: не более 0,2% за 10–15 млрд. лет [160, с.113]. В 1995 г. для скорости относительного изменения постоянной тонкой структуры получена оценка $(-4,6 \pm 4,2) \cdot 10^{-14}$ год⁻¹, а для скорости относительного изменения отношения массы электрона к массе протона получено $(-7,6 \dots 9,7) \cdot 10^{-14}$ год⁻¹ [282], соответственно: не более 0,05% и не более 0,1% за 10 млрд. лет. Наконец, в 2001 г. сообщалось о возможном увеличении постоянной тонкой структуры на 0,001% за 6 млрд. лет [178].

На основе всех приведенных примеров можно сделать вывод: чем больше исследуют изменяемость физических постоянных, тем больше подтверждают их неизменность.

Заметим, что в свое время делали вывод о вековом уменьшении скорости света¹, о чем много лет уже и не вспоминают.

Заключение о постоянстве физических констант было получено и на основе анализа безразмерных отношений констант (см. например [350, с.100–108; 348; 349, с.827]).

Многие авторы в качестве решающего аргумента в пользу «горячего начала» Вселенной и ее эволюции в целом, называют существование микроволнового фона радиоизлучения («реликтового излучения») (см. например [331, с.208; 531, с.319]).

Однако В.С.Троицкий, проведя соответствующие расчеты, показал, что фоновое СВЧ-излучение можно объяснить суммарным тепловым

¹ «...За последние годы обнаружено, что, по-видимому, скорость света претерпевает вековое уменьшение. В 1902–1904 гг. она была равна 299901 ± 84 км/сек, в 1933–1935 гг. – 299761 ± 3 км/сек» [477, с.121].

излучением звезд в радио- и оптическом диапазоне волн (которое за счет красного смещения превратилось в радиоволны) [575, с.706]. Заметим, что в 1955 г. — до того, как было открыто микроволновое фоновое излучение — спектр ночного неба рассчитал член-корреспондент АН УССР С. И. Тетельбаум [564], который рассматривал красное смещение как переход материи из состояния поля в другие ее виды.

Еще один довод, которым сторонники релятивистской космологии (см. например [450, с.110-125]) обосновывали эволюцию Вселенной (и «горячее» начало), — наблюдаемое во Вселенной соотношение водорода и гелия, равное 70:30 (по массе) — тоже неубедителен (см. например [422, с.458; 645, с.277-278]).

Просто по-детски выглядят такие аргументы сторонников релятивистской космологии, как тот, что возраст звезд не превышает 20 млрд лет или что существует радиоактивный уран [647, с.612]. Если из того, что возраст звезд не превышает 20 млрд лет, следует, что возраст вселенной равен 20 млрд лет, то следует признать, что человечество существует немногим более 100 лет.

А вот данные, которые прямо противоречат релятивистской космологии. Ф. Цвикки, исследуя пространственное распределение галактик и скоростей галактик и скоплений, сделал вывод, что возраст скоплений в миллионы раз превышает «возраст Вселенной» в релятивистской космологии (см. [350, с 95]). Было сообщение об обнаружении хорошо структурированного скопления галактик на расстоянии 8 млрд. световых лет и что непонятным является образование такого скопления так давно [534]. А недавно обнаружены молодые галактики на расстоянии 4 млрд. световых лет [161] и даже 45 млн. световых лет [524], что тоже с трудом согласуется с представлениями релятивистской космологии.

Рассмотрим теперь последний — и главный — довод в пользу гипотезы нестационарности (расширения) Вселенной — знаменитое красное смещение.

Измеряя спектры звезд, астрономы обнаружили, что известные линии в этих спектрах иногда смещены от тех значений, которые имеются для земных измерений. По величине смещения этих линий, полагая, что оно обусловлено эффектом Доплера ¹, определяют лучевые скорости звезд. В 1912 г. американский астроном В. М. Слайфер начал определять лучевые скорости галактик (туманностей) и спустя некоторое время обнаружил, что они в 100 раз превышают лучевые

¹ Эффект Доплера — изменение воспринимаемой частоты колебаний при относительном движении источника и приемника волн. При удалении источника приемник зафиксирует уменьшение частоты колебаний (увеличение длины волны), при приближении — увеличение частоты колебаний (и уменьшение длины волны) по сравнению с неподвижным источником (см. например [589, с.225]).

скорости звезд и что почти все галактики удаляются. Начав более-менее надежно определять расстояния до галактик, Э. Хаббл установил, что лучевые скорости галактик пропорциональны расстоянию галактик от нас [258, 253, 450, 449, 207] (закон Хаббла)¹:

$$v = HR.$$

Подчеркнем: непосредственно измеряются не скорости удаления галактик, а смещения линий в спектрах галактик. Считая, что эти смещения обусловлены эффектом Доплера, делают заключения об удалении (разбегании) галактик со скоростями, пропорциональными расстоянию.

Выше говорилось, что весьма общие соображения заставляют предположить превращение света в межгалактическом пространстве в другие формы движения («старение» фотонов). А если фотон при движении в межгалактическом пространстве теряет энергию, то должно наблюдаться красное смещение линий спектров отдаленных объектов – тем большее, чем дальше расположен объект. Соответственно, наблюдаемое красное смещение может быть обусловлено не только «разбеганием» галактик, но и «старением» фотонов².

По этому поводу Я. Б. Зельдович писал: «Время от времени высказываются более или менее туманные идеи о «старении» квантов, о каком-то механизме потери энергии квантами, при котором потерянная доля энергии увеличивается по мере увеличения пройденного квантом пути» [252, с.375]. Против таких воззрений он выдвигает, по его словам, «три весьма веских довода» (те же доводы повторяются в [258, с. 123-125; 450, с.53-55]), из которых первые два являются доводами против двух совершенно определенных механизмов этого «старения»: потери энергии квантами при их столкновении с частицами межгалактического вещества и распад квантов с отдачей энергии какой-то частице, что, разумеется, не исключает иных механизмов «старения». Третий довод выглядит примерно так: поскольку время жизни мезонов зависит от их скорости, следовательно, от их энергии, то особенно быстро должны распадаться кванты радиоволн (как имеющие меньшую по сравнению с квантами света энергию) – это следует из Лоренц-преобразований. А это не наблюдается: «красное смещение, измеренное для данного объекта в различных участках спектра, в точности одинаково. Значит, старения не может быть» [252, с.376]. По этому поводу хотелось бы спросить: почему зависимость времени жизни частиц от скорости должна распространяться на фотоны, скорость которых в вакууме постоянна, как утверждает теория относительности?

¹ Об истории открытия красного смещения и закона Хаббла см. например [450, 645, 143, 632].

² А также вековым изменением абсолютной длительности единицы времени и вековым изменением абсолютной величины скорости света [645, с.339].

Заметим, что сам Э. Хаббл, которого сегодня называют «человеком, открывшим взрыв Вселенной» [632], будучи не физиком-теоретиком – приверженцем релятивистской космологии, а астрономом-наблюдателем, приложил много усилий к тому, чтобы выяснить, чем обусловлено ли красное смещение – эффектом Доплера или старением фотонов. Проведя соответствующие исследования, в 1936 г. Э. Хаббл пришел к заключению о недоплеровском механизме красного смещения [645, с.341-342]. Странно, но его мнение релятивистские космологи проигнорировали.

Проигнорировали космологи и то, что сказал по поводу красного смещения в спектрах галактик академик С. И. Вавилов, специалист в области оптики, в докладе «О принципах спектрального преобразования света» на собрании отделения физико-математических наук АН СССР 29 июня 1942 г. А сказал он (в параграфе «Преобразование монохроматического света») следующее:

«Для правильной исторической перспективы нелишне напомнить, что понятие о монохроматическом свете принадлежит Ньютону; он же выдвинул постулат о неизменности монохроматического света. Этот постулат, о котором в наше время основательно забыли или который считают само собой разумеющимся, составлял фундамент ньютоновской оптики...

В современной физике постулат Ньютона превратился в утверждение о неизменности частоты света при регулярном (когерентном) распространении. Единственной причиной изменения частоты света может быть только относительное движение источника и наблюдателя, т. е. доплерово смещение. Поэтому единственным способом вариации частоты во всякого рода термодинамических мысленных опытах со времен В. Вина остается перемещение зеркал, меняющее частоту отражаемого света. Правда, этим дело не ограничивается; из наблюдений в космических масштабах мы теперь достоверно знаем о существовании загадочного универсального красного смещения в спектрах спиральных туманностей, возрастающего с расстоянием туманности от нас. Можно ли считать это смещение также доплеровским, вызванным трудно постижимой рецессией туманностей, или же причина кроется в новых, неизвестных нам доселе свойствах света, – это вопрос открытый... Хаббл [5], установивший самый факт и закон красного смещения, считает, что фотометрические данные не благоприятствуют интерпретации красного смещения как доплерова. Во всяком случае нельзя забывать, что, изучая свет спиральных туманностей, мы имеем дело с лучами, не испытывавшими никаких воздействий со стороны вещества в течение десятков и сотен миллионов лет и существовавшими без всяких воздействий в течение этих громадных периодов» [153, с.133-134].

Таким образом, С. И. Вавилов считал вопрос о природе красного смещения линий в спектрах галактик открытым.

Отметим, что гипотезы, объясняющие красное смещение «старением» фотонов, высказывались многими авторитетными физи-

ками и астрономами: А. А. Белопольским, Ф. Цвикки, Л. де Бройлем, Э. Шрёдингером, Ж. Пеккером, А. Ф. Богородским, С. И. Тетельбаумом, М. С. Эйгенсоном, А. Киппером (см. [113, 123; 143, с.289-291; 323, 324, 349, 351, 410, 564, 563, 645]).

Отметим также, что даже в 1970 г., когда у релятивистских космологов в отношении доплеровской природы красного смещения сомнений не было, два астронома писали в статье «Недоплеровское объяснение красного смещения в спектрах далеких галактик»: «нам представляется, что все же необходимо различать два явления: строение и эволюцию Метагалактики и структуру и эволюцию фотона. Связаны ли они вместе в явлении космологического красного смещения или нет, этого мы еще пока не знаем» [410, с.29] ¹.

Интересно, что западный автор возражал против гипотезы старения квантов довольно осторожно.

«Хотя мы не располагаем ни одним фактором, говорящим о том, что свет может терять энергию при движении в пространстве, можно было бы предположить, что в безграничном межгалактическом пространстве наши земные законы физики оказываются абсолютно неприменимыми. Повидимому, нам остается только искать способы проверки теории старения света...» [531, с.316].

На наш взгляд, гипотеза «старения» фотонов гораздо более убедительна, чем гипотеза разбегания галактик — и не только потому, что в ее пользу говорят аргументы, названные выше при обсуждении фотометрического парадокса.

Во-первых, красное смещение обнаружено также в спектрах звезд нашей Галактики.

«Как известно, сопоставление средних скоростей движения звезд показывает ту особенность, что кажется, будто все звезды движутся от Солнца» [113, с.266].

Из этого, однако, не делают заключение о расширении Галактики, а объясняют эти наблюдения вращением Галактики. В 1950-е гг. красное смещение спектров галактик объясняли и вращением Метагалактики с периодом 370 млрд. лет [457, с.161-170]. Думается, красное смещение в спектрах звезд хотя бы частично обусловлено «старением» фотонов (превращением света в иные формы движения).

Во-вторых, из закона Хаббла следует, что энергия квантов убывает с расстоянием (и, соответственно, со временем) по экспоненциальному закону (см. например [90, с.197; 91, с.422-433]). Такой вид зависимости энергии кванта от продолжительности его существования,

¹ В этой статье перечислены множество работ, в которых обсуждается более десяти механизмов «старения» фотонов.

является, на наш взгляд, веским аргументом в пользу превращения света в другую форму движения.

В-третьих, в 1961 г. А. Уорд показал, что «в больших объемах Метагалактики количество энергии, которое теряют фотоны оптического диапазона при красном смещении, равно тому количеству энергии, которое излучают звезды в таком же объеме пространства в единицу времени» [349, с.829] (см. также [350, с.116]), что тоже, на наш взгляд, убедительно свидетельствует о круговороте энергии в космосе.

И, в-четвертых, в уже упоминавшейся работе В. С. Троицкого [575] приводится такая зависимость:

$$R(z)=R_0\sqrt{z} \text{ (или } z=R^2/R_0^2) \text{ [575, с.706] (см. также [574]).}$$

А ведь важнейший довод релятивистских космологов в пользу объяснения красного смещения «разбеганием» галактик являлась пропорциональность красного смещения расстоянию $z=HR$ ¹. По мнению В. С. Троицкого, полученную зависимость можно объяснить гравитационным торможением фотонов, которое следует из классической физики. Сообщается также, что эта зависимость согласуется с последними результатами других авторов [575, с.706-707].

Таким образом, положение с фактическим обоснованием выводов релятивистской космологии можно охарактеризовать перефразированными словами одного писателя-юмориста: фактов, свидетельствующих о расширении, эволюции, конечности Вселенной, нет, и с каждым годом их становится меньше.

О критике релятивистской космологии

Обобщая изложенное в трех предыдущих разделах, можно твердо заявить: нет оснований для отказа от традиционных материалистических представлений: Вселенная вечна, бесконечна, неизменна – все аргументы против концепции вечной, бесконечной, неизменной Вселенной несостоятельны, все аргументы в пользу концепции конечной, эволюционирующей Вселенной несостоятельны.

«...Буржуазную идею разбегающейся Вселенной давно уже пора сдать в бездонный архив человеческих заблуждений» [551, с.331].

Приятно отметить, что в последние годы усиливается критика теории Большого взрыва. В мае 2004 года в журнале «New Scientist» было опубликовано «Открытое письмо научному сообществу» [659] (рус. перевод [467]), подписанное 34 учеными из США, Великобритании, Канады, Германии, Бразилии, Индии, Италии, Франции, России, в котором говорится:

¹ Интересно, что в 1970 г. астрономы писали: «...Пропорциональность z от r еще далеко не доказана из-за отсутствия надежных определений расстояний и наличия некоторой неизотропности в значении z по всему небу» [410, с.13].

«Теория Большого взрыва сегодня основывается на растущем количестве гипотетических объектов, которые мы никогда не наблюдали: инфляция, темная материя, темная энергия — наиболее одиозные примеры. Без них было бы фатальное противоречие между наблюдениями, сделанными астрономами, и предсказаниями теории Большого взрыва. Ни в какой другой области физики не используется такой метод создания новых гипотетических объектов для наведения моста между теорией и наблюдением. По крайней мере, только это поднимает серьезный вопрос о законности основополагающей теории современной космологии.

Но теория Большого взрыва не может выжить без этих подтасованных факторов. Без гипотетической области инфляции, Большой взрыв не предсказывает однородное и изотропное космическое фоновое излучение, которое наблюдается, потому что нет объяснения тому, как части Вселенной, которые отдалены друг от друга на несколько градусов на небе, могли приобрести одну и ту же температуру и, таким образом, излучать то же самое количество микроволновой радиации.

Без некоторого рода темной материи, отличающейся от всего того, что мы наблюдали на Земле на протяжении 20 лет экспериментов, теория Большого взрыва дает противоречащие предсказания для плотности материи во Вселенной. Инфляция требует плотности в 20 раз большей, чем обеспечивается ядерным синтезом при Большом взрыве. А для создания легких элементов без темной энергии, теория предсказывает возраст Вселенной только приблизительно 8 миллиардов лет, который является на миллиарды лет меньше возраста многих звезд в нашей галактике.

Более того, теория Большого взрыва не может похвастаться никакими количественными предсказаниями, которые впоследствии были подтверждены наблюдением. Успехи, провозглашенные сторонниками теории, состоят в ретроспективном объяснении отдельных наблюдений с постоянно увеличивающимся количеством приспособляемых параметров, подобно тому, как старая геоцентрическая космология Птолемея накладывала эпициклы на эпициклы для объяснения движения планет вокруг Солнца...» [467] ¹.

Далее в этом письме сказано, что существуют теории, альтернативные космологии Большого взрыва, которые рассматривают расширяющуюся Вселенную, не имеющую начала и конца, однако «в космологии сегодня сомнение и инакомыслие не допускается, и молодые ученые останутся немymi, если они что-то отрицательное скажут о стандартной модели Большого взрыва. Те, кто сомневаются относительно Большого взрыва, боятся, что высказывание обернется им отсутствием финансирования» [там же].

«Даже наблюдения теперь интерпретируются через этот пристрастный фильтр: оцениваются как верные или неверные в зависимости от того,

¹ В приведенных выдержках из Открытого письма исправлены некоторые неточности перевода.

действительно ли они поддерживают Большой взрыв. Так, противоречащие этой теории данные относительно красного смещения, избытка лития и гелия, распределения галактик наряду с другими игнорируются или высмеиваются. Это свидетельствует о растущем догматическом мышлении, которое является чуждым духу свободного научного исследования.

Сегодня фактически все финансовые и экспериментальные ресурсы в космологии посвящены исследованиям Большого взрыва. Финансирование осуществляется из ограниченного количества источников, и все рецензирующие комитеты, которые управляют ими, находятся во власти сторонников Большого взрыва. В результате — господство теории Большого взрыва во всей этой области: она стала самоподдерживающейся и независимой от научной справедливости.

Оказание поддержки проектам только в рамках теории Большого взрыва подрывает фундаментальный элемент научного метода — постоянной проверки теории наблюдениями. Такое ограничение делает невозможным беспристрастное обсуждение и исследование. Чтобы исправить это, мы призываем те агентства, которые финансируют работу в космологии, отложить существенную долю их финансирования для исследований в альтернативных направлениях и для наблюдений, противоречащих Большому взрыву. Чтобы избежать предубеждений, комитет рецензентов, который ассигнует такие фонды, должен также включать астрономов и физиков, работающих вне области космологии.

Финансирование исследований по достоверности теории Большого взрыва и альтернативных ей теорий позволило бы научному сообществу определить наиболее точную модель истории Вселенной» [467] (см. также [466]).

Авторы «Открытого письма» предлагают тем, кто с ними согласен, подписывать Письмо. Летом 2007 г. под ним стояло более 500 подписей.

После публикации «Открытого письма» была создана Альтернативная космологическая группа (ACG), члены которой полагают, что «изменение направлений исследований в космологии к альтернативным теориям является обязательным для того, чтобы в ней произошел существенный прогресс» [454, 660].

Группа ACG провозглашает и такие цели:

1. Облегчить связь между учеными, чьи экспериментальные и/или теоретические исследования будут вести к лучшему пониманию Вселенной.
2. Создавать исследовательские проекты и предложения.
3. Создать и издавать рецензируемый журнал.
4. Проводить конференции по актуальным темам в Космологии.
5. Содержать постоянный сайт www.cosmology.info, который будет маяком прогресса в понимании Вселенной.

ACG — открытое общество ученых, во всем мире, посвященное прогрессу в космологии и базовых исследованиях. Любой ученый, который согласен с Открытым Письмом, приглашается присоединиться» [там же].

Потом противники теории Большого взрыва сделали еще один шаг на пути к объединению.

«В августе 2006 года прошла первая в мире конференция под названием «Кризис в космологии», на которой констатировалось неудовлетворительное состояние нынешней модели мира и рассматривались пути выхода из кризиса. По всей видимости, **мир стоит на пороге очередной революции в научной картине мира**, и ее последствия могут превзойти все ожидания — особенно с учетом того, что теория «Большого Взрыва» имела не только научное значение, но и отлично согласовывалась с религиозной концепцией сотворенности Вселенной в прошлом» [466] (выделено мной — В.И).

Можно сделать заключение, что несостоятельность теории Большого взрыва осознает все большее число ученых. Однако это не означает, что в области космологии диалектическим материалистам делать уже нечего, что здесь победа материализма уже неизбежна.

Теория Большого взрыва (горячего «начала» Вселенной) подвергается критике уже несколько десятилетий. Однако все это время почти все ее критики в качестве альтернатив предлагают не менее фантастические «теории».

«В 1935-1950 г. предполагали, что постоянная Хаббла соответствует $T = H_0^{-1} = 2 \cdot 10^9$ лет, так что возраст Вселенной еще меньше этой величины. Между тем возраст Земли и возраст радиоактивных элементов не менее $5 \cdot 10^9$ лет. Считали, что это расхождение опровергает представление об эволюции Вселенной, основанное на решении Фридмана. В связи с этим в 1948 г. были выдвинуты радикально иные теории (Бонди и Голд (1948), Хойл (1948, 1949)), согласно которым спонтанное рождение вещества в пустоте компенсирует убывание плотности, связанное с хаббловским расширением. Таким образом указанные авторы приходят к идее стационарной Вселенной...» [257, с.588].

Дискуссии по поводу называемой теории стационарной Вселенной длились два десятилетия (см. [258, с.663-667]), после чего, по мнению Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова, эта теория «может считаться опровергнутой» [258, с.667]. Думается, эта теория и не могла быть подтверждена. Ведь она рисует довольно фантастическую картину: Вселенная всегда расширяется, однако остается неизменной, поскольку одновременно с расширением происходит образование вещества — из ничего или из некоего С-поля с отрицательной энергией.

Длительное время среди космологов довольно широкое распространение имела теория «холодного» начала Вселенной, согласно которой в начале расширения вселенная имела температуру, близкую к абсолютному нулю (см. например [251, 257, 258]). В конце 1960-х гг., после открытия так называемого реликтового излучения, число ее сторонников заметно сократилось, однако ряд западных авторов (среди них, Д. Лейзер [374]) продолжали отстаивать и развивать эту теорию.

Разумеется, с точки зрения диалектического материализма теория «холодного» начала Вселенной ничуть не лучше теории «горячего» начала.

Космологическую теорию «Большого взрыва» резко критиковал Х. Альвен, получивший Нобелевскую премию за работы в области космогонии. Он писал, что эта теория «представляет собой верх абсурда» [75, с.64]. Однако в качестве альтернативы он выдвинул не менее абсурдную гипотезу Вселенной, состоящей из вещества и антивещества, которая в прошлом сжималась, а сейчас расширяется [74].

Сегодня мало доказать несостоятельность теории Большого взрыва. Нужно предложить действительно альтернативную теорию, которой является теория вечной, бесконечной, неизменной в целом Вселенной. Между тем, насколько автор может судить, большинство современных критиков теории Большого взрыва в качестве альтернативной рассматривают теорию вечной расширяющейся Вселенной.

В этих условиях особую актуальность имеют слова В.И.Ленина из статьи «О значении воинствующего материализма»:

«Мы должны понять, что без солидного философского обоснования никакие естественные науки, никакой материализм не может выдержать борьбы против натиска буржуазных идей и восстановления буржуазного миросозерцания. Чтобы выдержать эту борьбу и провести ее до конца с полным успехом, естествоиспытатель должен быть современным материалистом, сознательным сторонником того материализма, который представлен Марксом, то есть должен быть диалектическим материалистом» [62, с.29-30].

Насколько автор может судить, среди современных критиков теории Большого взрыва сознательных сторонников диалектического материализма сегодня почти нет ¹.

Поэтому диалектические материалисты должны не столько демонстрировать несостоятельность утверждений релятивистской космологии о конечности, эволюции, начале во времени Вселенной, сколько указать пути создания диалектико-материалистической физики космоса — физики космоса, соответствующей диалектико-материалистическому мировоззрению.

¹ Один из тех, кто первым подписал «Открытое письмо» — доктор физико-математических наук Ю. В. Барышев заявил, что является верующим христианином (см. [229]).

Другой из подписавших «Открытое письмо», Н. А. Жук написал очень интересную книгу «Космология» [244], где не только основательно критиковал теорию Большого взрыва, но и уточнил теорию гравитации, обосновывал теорию неизменной в целом Вселенной, в которой, на наш взгляд, особого внимания заслуживает рассмотрение вопроса о крупномасштабной структуре Вселенной. Однако дискредитировал свою книгу тем, что снабдил главы эпиграфами из «Екклесиаста», а в последней главе написал о переселении душ, НЛО и полученных землянами посланиях инопланетян.

При этом важно избежать двух ошибок, допускаясь в отношении космологии советскими материалистами в прошлом.

Первая ошибка содержится в следующем фрагменте:

«Теория расширяющейся Вселенной получила распространение среди ученых, стоящих на идеалистических позициях и склонных искать пути для примирения науки и религии. Но она была решительно отвергнута подавляющим большинством ученых, совершенно справедливо расценивших эту теорию как антинаучную.

Следует отметить, что критикуя идеалистическую теорию Леметра и последующие идеалистические теории, ряд ученых пошел по пути отрицания самого вывода о «разбегании» галактик, утверждая, что смещение линий в спектрах галактик к красному концу вызвано не эффектом Доплера, а какими-то иными физическими факторами. Однако все попытки такого объяснения «красного смещения» не увенчались успехом... Таким образом, «разбегание галактик» в настоящее время признается реальностью, хотя и допускается, что некоторая доля «красного смещения» может быть обусловлена не эффектом Доплера, а иными физическими факторами» [474, с.338-339] (см. [411, с.195-196]).

Здесь правильная принципиальная оценка теории Большого взрыва сочетается с ни на чем не основанным доверием к выводам релятивистских космологов о природе красного смещения.

Вторая ошибка примыкает к первой и высказана в таком рассуждении академика АН СССР О.Ю.Шмидта:

«Для нас, воспитанных в мировоззрении диалектического материализма, нет сомнений, что Вселенная бесконечна в пространстве и во времени, что происходит круговорот материи... Лучистая энергия при этом рассеивается, но где-то и как-то совершается обязательно обратный процесс, который мы только начинаем нащупывать и изучать, — это превращение фотонов в электроны и позитроны, обратное появление атомов, вплоть до тяжелых... Во всем этом большом круговороте должна разобрататься астрофизика...» [639, с.107].

Если диалектические материалисты будут только выражать уверенность в мировом круговороте и считать, что в деталях этого круговорота должны разбираться другие, есть большая вероятность того, что разбираться будут те, кто видит свою цель в «научном» обосновании мифов творения¹.

Диалектические материалисты не должны ждать милости ни от кого и принципиальные теоретические проблемы обязаны решать сами!

¹ В космологии именно так и было. «Некоторые западные авторы, писавшие о теории относительности и квантовой механике, такие, как Джеймс Джинс и Артур Эддингтон, изо всех сил старались использовать новые научные теории для поддержки религии и опровержения материализма» [217, с.103].

Думается, сегодня главная проблема, которую должны рассматривать диалектические материалисты в области космологии, — вопрос о том, как бесконечная материя существует в конечных формах. Иначе говоря, вопрос о том, как в природе разрешается противоречие конечного и бесконечного, как осуществляется мировой круговорот.

Понятно, что теория мирового круговорота должна быть синтезом теорий возникновения и эволюции звезд и звездных систем, атомов (элементов), элементарных частиц. Ее нужно создавать на основе критической переработки существующих теорий этих форм материи.

Задача эта очень сложная, и автор, понимая ограниченность своих знаний, сил и возможностей, не берется создавать такую теорию. Но, желая способствовать ее созданию, предлагает читателю краткий обзор основных идей, которые, по его (автора) мнению, следует учитывать при создании теории мирового круговорота.

Диалектические материалисты о проблеме мирового круговорота

Вопрос о мировом круговороте довольно подробно рассмотрен Фридрихом Энгельсом. Во «Введении» из «Диалектики природы» [10, с.345-363] кратко описано, как первоначально сложившееся представление об абсолютной неизменяемости природы под давлением фактов сменилось новым воззрением: «все застывшее стало текучим, все неподвижное стало подвижным, все то особое, которое считалось вечным, оказалось преходящим, было доказано, что вся природа движется в вечном потоке и круговороте» [10, с.354]¹.

«Правда, — замечает Энгельс, — эмпирическое доказательство этого круговорота еще не совсем свободно от пробелов, но последние незначительны по сравнению с тем, что уже твердо установлено; притом они с каждым годом все более и более заполняются» [там же, с.355].

Затем он кратко излагает современные ему представления о развитии солнечной системы от «вихреобразно вращающейся раскаленной газообразной туманности» [там же, с.355] до появления жизни, человека, возникновения буржуазного общества второй половины XIX в. [там же, с.359]. Рассуждая дальше, Энгельс пишет о неизбежном угасании Солнца и падении на него планет.

¹ Затем Энгельс записал: «Мы снова вернулись к взгляду великих основателей греческой философии о том, что вся природа, начиная от мельчайших частиц ее до величайших тел, начиная от песчинок и кончая солнцами, начиная от протистов и кончая человеком, находится в вечном возникновении и исчезновении, в непрерывном течении, в неустанном движении и изменении» [10, с.354].

«...Вместо гармонически расчлененной, светлой, теплой солнечной системы останется лишь один холодный, мертвый шар, следующий своим одиноким путем в мировом пространстве. И та же судьба, которая постигнет нашу солнечную систему, должна раньше или позже постигнуть все прочие системы нашего мирового острова¹, должна постигнуть системы всех прочих бесчисленных мировых островов, даже тех, свет от которых никогда не достигнет Земли, пока еще будет существовать на ней человеческий глаз, способный воспринять его» [10, с.359].

Затем Энгельс задает вопрос:

«Но когда подобная солнечная система завершит свой жизненный путь и подвергнется судьбе всего конечного – смерти, то что будет дальше? Будет ли труп Солнца продолжать катиться вечно в виде трупа в беспредельном пространстве, и все, прежде бесконечно разнообразно дифференцированные, силы природы превратятся навсегда в одну единственную форму движения – в притяжение?» [там же, с.359-360].

Размышляя над этим вопросом, Энгельс пишет о том, что «современное естествознание вынуждено было заимствовать у философии положение о неуничтожимости движения» [там же, с.360], что «движение материи – это не одно только грубое механическое движение, не одно только перемещение; это – теплота и свет, электрическое и магнитное напряжение, химическое соединение и разложение, жизнь и, наконец, сознание» [там же], что «неуничтожимость движения надо понимать не только в количественном, но и в качественном смысле» [там же], что «немыслимо, чтобы движение «потеряло способность превращаться в свойственные ему различные формы» [там же] и что «мы вынуждены либо обратиться к помощи творца, либо сделать тот вывод, что раскаленное сырье для солнечных систем нашего мирового острова возникло естественным путем, путем превращений движения, которые *от природы присущи* движущейся материи и условия которых должны, следовательно, быть снова воспроизведены материей» [10, с.361].

Таким образом, Энгельс исходит из того, что движение материи, со всем его бесконечным многообразием, неуничтожимо, и что если современная ему наука описывала развитие конечных форм материи от некоей первоначальной туманности² до холодного темного шара,

¹ Т.е. нашей Галактики.

² Разумеется, так называемая первоначальная туманность – это не перво-материя. Энгельс писал: «Заметим мимоходом, что если в современном естествознании туманный шар Канта называется первоначальной туманностью, то это, само собой разумеется, надо понимать лишь относительно. Эта туманность является первоначальной, с одной стороны, как начало существующих небесных тел, а с другой, как самая ранняя форма материи, к которой мы имеем возможность восходить в настоящее время. Это отнюдь не исключает, а, напротив, требует предположения, что материя до этой первоначальной туманности прошла через бесконечный ряд других форм» [14, с.57-58].

то — либо «помощь творца», либо вывод о дальнейших превращениях этого тела — вплоть до новой раскаленной туманности.

После этого Энгельс рассматривает еще одну проблему.

«...Мы знаем, — пишет он, — что, за исключением ничтожно малой части, теплота бесчисленных солнц нашего мирового острова исчезает в пространстве, тщетно пытаясь поднять температуру мирового пространства хотя бы на одну миллионную долю градуса Цельсия. Что происходит со всем этим огромным количеством теплоты? Погибает ли она навсегда в попытке согреть мировое пространство, перестает ли она практически существовать, сохраняясь лишь теоретически в том факте, что мировое пространство нагрелось на долю градуса, выражаемую в десятичной дроби, начинающейся десятью или более нулями? Это предположение отрицает неуничтожимость движения; оно допускает возможность того, что путем последовательного падения небесных тел друг на друга все существующее механическое движение превратится в теплоту, которая будет излучена в мировое пространство, благодаря чему, несмотря на всю «неуничтожимость силы», прекратилось бы вообще всякое движение... Мы приходим, таким образом, к выводу, что излученная в мировое пространство теплота должна иметь возможность каким-то путем, путем, установление которого будет когда-то в будущем задачей естествознания, — превратиться в другую форму движения, в которой она может снова сосредоточиться и начать активно функционировать. Тем самым отпадает главная трудность, стоявшая на пути к признанию обратного превращения отживших солнц в раскаленную туманность» [10, с.361-362].

В «Диалектике природы» есть заметка, где, в частности, сказано: «Излучение теплоты в мировое пространство. Все приводимые у Лаврова гипотезы о возрождении умерших небесных тел (стр. 109) предполагают потерю движения¹. Однажды излученная теплота, т. е. бесконечно большая часть первоначального движения, оказывается безвозвратно потерянной. По Гельмгольцу, до сих пор потеряно $453/454$ ². Итак, в конце концов приходят все же к исчерпанию и к прекращению движения. *Вопрос будет окончательно решен лишь в том случае, если будет показано, каким образом излученная в мировое пространство теплота становится снова используемой.* Учение о превращении движения ставит этот вопрос в абсолютной форме³, и от него нельзя отделаться при помощи негодных отсрочек веку-селей и увиливанием от ответа. ...Он будет решен; это так же достоверно,

¹ П. Л. Лавров считал возможным процессом возрождения первичных туманностей столкновение угасших солнц с другими небесными телами (а также попадание этих солнц в образующуюся новую туманность) [366, с.109].

² На основе соответствующих выкладок Г. Гельмгольц пришел к выводу, что в Солнечной системе имеется примерно $1/454$ доля того запаса энергии, который первоначальная туманность имела вначале (см. [10, с.404-406]).

³ В форме вопроса: где и в каких процессах происходит превращение излучаемой в мировое пространство теплоты?

как и то, что в природе не происходит никаких чудес и что первоначальная теплота туманности не была получена ею чудесным образом из внемировых сфер. Столь же мало в преодолении трудностей каждого отдельного случая помогает общее утверждение, что *общее количество [die Masse] движения бесконечно*, т. е. неисчерпаемо; таким путем мы тоже не приходим к возрождению умерших миров, за исключением случаев, предусмотренных в вышеуказанных гипотезах и всегда связанных с потерей силы, т. е. только временных случаев. Кругооборота здесь не получается, и он не получится до тех пор, пока не будет открыто, что излученная теплота может быть вновь использована» [10, с.599].

Таким образом, Энгельс не только категорически утверждал, что материя движется в вечном круговороте, но и четко сформулировал два вопроса – что происходит со звездами после того, как они погаснут и что происходит с излучаемой звездами энергией, – которые, вместе взятые, образуют проблему замыкания мирового круговорота.

Обратим внимание на то, что и постановка проблемы мирового круговорота и то, что Энгельс написал по поводу ее решения, может служить образцом работы в области физики космоса диалектического материалиста, который не является физиком. Не зная (в силу неразвитости науки) необходимых фактов, Энгельс, в отличие от П. Л. Лаврова, не пытается обсуждать в деталях, что происходит с угасшими звездами и излученным ими светом. В то же время, исходя из принципиальных положений диалектического материализма, Энгельс формулирует совершенно точно и определенно ряд положений, касающихся процессов в космосе, которые конкретизируют проблему мирового круговорота ¹.

Принципиальные идеи Энгельса о мировом круговороте были развиты Э. В. Ильенковым в незаконченной работе «Космология духа. Попытка установить в общих чертах объективную роль мыслящей материи в системе мирового взаимодействия» [290], написанной во второй половине 1950-х гг. ² Эта работа вместе с заметками Энгельса, на наш взгляд, сегодня образует, так сказать, философский фундамент диалектико-материалистической физики космоса.

¹ Для сравнения: «Что может тут категорически сказать философ, оставаясь философом и не превращаясь в физиолога, анатома или оптика? Причем сказать точно, не ударяясь в игру воображения, не пытаясь конструировать в фантазии те гипотетические механизмы, с помощью которых упомянутый фокус вообще «можно было бы осуществить»? Сказать, оставаясь на почве твердо установленных фактов, известных до и независимо от всякого конкретно-физиологического исследования внутренних механизмов мыслящего существа и не могущих быть ни опровергнутыми, ни поставленными под сомнение никаким дальнейшим копанием внутри глаза и черепа?» [288, с.33-34].

² Эта работа впервые была опубликована в 1988 г. в №№ 8 и 9 журнала «Наука и религия».

Во-первых, здесь изложены фундаментальные (исходные) положения диалектико-материалистической физики космоса.

Первое положение.

«...Материя в своем вечном круговороте движется согласно законам, которые на определенной ступени — то тут, то там — с необходимостью порождают в органических существах мыслящий дух» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 20. С.510). В этом смысле диалектический материализм в рациональной форме восстанавливает простое и глубокое положение Бруно-Спинозы — в материи в целом развитие в каждый конечный момент времени актуально завершено, в ней одновременно актуально осуществлены все ступени и формы ее необходимого развития. Взятая в целом, материя не развивается — она не может утратить ни на миг ни одного из своих атрибутов, как не может обрести и ни одного нового атрибута [290, с.415-416] ¹.

Второе исходное положение диалектико-материалистической физики космоса.

«Мышление, бесспорно, есть высший продукт всеобщего развития, есть высшая ступень организации взаимодействия, предел усложнения этой организации. Формы более высокоорганизованной, чем мыслящий мозг, не только не знает наука, но и философия принципиально не может допустить ² даже в качестве возможного, ибо это допущение делает невозможной самое философию» [290, с.417] ³.

¹ Сразу после этого Э.В.Ильенков сделал оговорку: «Это, естественно, не только не отрицает, но, наоборот, предполагает, что в каждой конечной сфере ее существования — как бы велика она ни была — постоянно происходит действительное диалектическое развитие (кстати, «преходящее, временное, постоянное превращение, исчезновение конкретных форм материи обеспечивает вечность, абсолютность материи вообще» [290, с.41]). Но то, что верно по отношению к каждой «конечной» части материи, то неверно по отношению к материи в целом, к материи, понимаемой как субстанция» [там же, с.415-416].

² Хотелось бы выразить несогласие с мнением С. Н. Мареева по поводу того, что это «ранний» Ильенков назвал мозг (человеческий мозг) самой сложной формой организации материи, а в действительности высшей формой движения материи является форма *социальная*, или *сознание*, «мозг остается в пределах биологической формы движения» [402, с.181]. Ошибки у Ильенкова нет, поскольку он пишет не просто о мозге, а о **мыслящем** мозге, который, как и мышление, существует только «в составе» социальной формы движения. В пределах биологической формы движения мозг может быть «ощущающим», но не мыслящим.

³ «В этом случае рушится тезис о принципиальной познаваемости окружающего мира и делается невозможной иная система философии, кроме скептицизма или агностицизма позитивистского толка. Если материя вообще способна породить какую-то форму движения, более высокую, нежели мыслящий мозг,— форму, которая находилась бы в том же принципиальном отношении к мыслящему мозгу, в каком биологическое, например, движение

Третье положение.

«...Истинная бесконечность имеет, как известно, форму круга, круговорота...

Круговой характер бесконечности единственно соответствует диалектическому взгляду. Альтернативой этому пониманию может быть только представление, включающее в себя идею «начала» и «конца» мирового развития, «первотолчок», «равное самому себе состояние» и тому подобные вещи» [290, с.419].

Э.В.Ильенков также четко формулирует проблему замыкания мирового круговорота.

«...Проблема в общем виде заключается в следующем: физика и астрономия до сих пор располагают данными, касающимися процесса рассеивания материи и движения звездных тел процесса, который ведет в тенденции к состоянию так называемой «тепловой смерти»...

Но естественнонаучное исследование еще не показало обратного процесса возрождения умерших миров, процесса превращения обледеневшего пара межмировых пространств в раскаленную туманность.

Что такой процесс каким-то естественным способом, заложенным самой природе движущейся материи, постоянно происходит, это бесспорный теоретический вывод. Без этого процесса не могла бы естественным путем сохраняться и воспроизводиться в вечности существующая Вселенная, он представляет собой абсолютно необходимое, внутренне полагаемое движением мировой материи, условие существования Вселенной.

Если его нет, то есть «бог», «начало мироздания», «первотолчок», выводящий материю из практически неподвижного состояния «тепловой смерти» и прочая чертовщина и мистика. ...Вся проблема заключается в

находится к химизму, то такое допущение было бы совершенно равнозначным признанию такой сферы действительности, которая принципиально непознаваема для мышления...

Мы, таким образом, возвратились бы к усовершенствованной концепции Иммануила Канта: мир явлений – как окружающих нас, так и явлений самого мышления – превратился бы в формы внешнего проявления некоторой высшей по отношению к их законам «сущности» – сущности, которая принципиально, как вещь-в-себе, непостижима...

И безразлично название, которым мы обозначили бы эту более высокую, чем мыслящий мозг, форму развития, форму усложнения организации движения, – суть ее осталась бы абсолютно той же самой, что и суть понятия Бога, Провидения, Мирового Разума и т. п. ...

Диалектический материализм – поскольку он не есть система позитивистски толкуемых научных данных, а система философии как особой науки – вынужден принять (как и любая философская система, за исключением агностических или скептических), что мыслящий мозг есть абсолютно высшая форма организации материи, а мышление, как способность мозга, – столь же абсолютно высший предел, которого мировая материя может достигнуть вообще в своем поступательном развитии» [290, с.417-419].

том, чтобы выяснить и показать, каким путем, каким естественным способом может быть снова использована излученная в мировое пространство теплота, где и как эта рассеиваемая излучением материя и движение снова накапливаются в такой форме, которая обратно способна превращаться в чрезвычайно разогретые и плотные скопления, в мировые острова раскаленного газа, стягивающие к своему центру всю рассеянную в окружающих пространствах практически «неподвижную» материю и строящие из нее свое тело – тело будущих звезд, солнц, планетных систем и т. п.» [290, с.429].

Все эти идеи не новы, однако Э. В. Ильенковым сформулированы очень четко и ясно.

Кроме того, Э. В. Ильенков высказал новые идеи, касающиеся мирового круговорота.

Во-первых, Э.В.Ильенков высказал идею (гипотезу) о существовании абсолютно низшей формы материи.

Он писал: «Признав – как теоретически необходимое положение – невозможность более высокой, чем мышление, чем мыслящий мозг, формы, мы неизбежно должны, вынуждены принять и «нижний» предел – предел, ниже которого оказывается невозможным существование материи...

Такую частицу, по-видимому, приходится допустить, – частицу, которая лишена химических, электрических и тому подобных свойств...

...Частица, в которой реально (а не только в абстракции) осуществляется чистая форма механического движения, – частица, которая лишена каких бы то ни было свойств, кроме чисто механических...

Вместе с атомом исчезают химические свойства, вместе с электроном – электрические свойства материи, и где-то, очевидно, имеется предел, который нельзя перейти, не разрушив механические свойства (т. е. связь простого перемещения с пространственными и временными характеристиками объективной реальности). Это состояние, может быть, осуществляется ... в форме «поля», как абсолютно-низшей формы организации взаимодействия материи, как неразложимой далее реальности материи, как абсолютно недифференцированного ее состояния» [290, с.420-421].

Эту чрезвычайно интересную идею мы обсудим ниже.

Вторая новая идея, высказанная Э. В. Ильенковым, – это гипотеза о том, что «обратный процесс совершается при участии мыслящей материи, *мыслящего духа – как одного из атрибутов мировой материи*, – и что без его участия, без его помощи этот процесс невозможен и немислим» [290, с.429]; «мышление как раз и есть та самая качественно высшая форма, в которой и осуществляется накопление и плодотворное использование энергии, излучаемой солнцами» [290, с.432].

На наш взгляд, у этой гипотезы следует различать две стороны.

Бесспорным представляется такой вывод: если мышление – атрибут материи, то движение материи невозможно без мышления. Следова-

тельно, можно предположить, что социальная форма движения должна оказывать существенное влияние на мировой круговорот, что мировой круговорот не будет замыкаться без социальной формы движения.

Вторая сторона гипотезы – каким образом мышление (социальная форма движения) участвует в замыкании мирового круговорота. По нашему мнению, предположение Э. В. Ильенкова, согласно которому мыслящие существа на какой-то стадии развития общества – с целью замыкания мирового круговорота – устраивают космических масштабов взрыв, слишком уж фантастично¹ и напоминает теорию катастроф Кювье.

Думается, мировой круговорот в основном (т.е. в части: так называемая первоначальная туманность – звезда (галактика) – угасшее тело, излученная энергия) замыкается без участия мыслящих существ. И дело не только в том, что мощности процессов преобразования энергии даже в звездах на много порядков превышают мощность преобразования энергии человечеством или, что мыслящие существа могут влиять на какие-то процессы только там, где находятся созданные ими технические устройства, а объем межзвездных и межгалактических пространств неизмеримо больше, чем самые фантастические устройства самых могущественных сверхцивилизаций, созданных воображением писателей-фантастов. Если закон превращения форм движения является абсолютным, то всякая форма движения – в том числе и излучение звезд – превращается в другие формы движения самопроизвольно и постоянно.

В то же время можно предположить, что социальная форма движения оказывает существенное влияние на процессы, ведущие к возникновению жизни и, соответственно, социальной формы движения. Это влияние может заключаться, например, в воздействии радиоизлучения на процессы образования молекул органических веществ в космосе². Три десятилетия назад Земля излучала в метровом диапазоне радиоволн такую же мощность, как Солнце [637, с.173-174]. Кроме того, излучение земных источников несет больше информации, чем солнечное. Следовательно, на процессы в космическом пространстве, в которых поглощаются радиоволны, человечество сегодня влияет больше, чем несколько десятков звезд типа Солнца. А вообще, роль социальной формы движения материи в мировом круговороте – предмет завтрашних исследований.

¹ Э.В.Ильенков явно отдавал себе отчет в фантастичности этой гипотезы, поскольку дал своей работе подзаголовок «Философско-поэтическая фантазмагория, опирающаяся на принципы диалектического материализма» [290, с.415].

² О том, какие молекулы органических веществ были обнаружены в космическом пространстве, см. например [243].

Физические гипотезы мирового круговорота

Проблему мирового круговорота в XIX – начале XX в. обсуждали многие авторы. Приведем ряд высказываний из работ, знакомство с которыми будет полезным тем, кто захочет заняться исследованием этой проблемы.

П. Л. Лавров: «Тяготеющие миры рождаются из междумирового, химически разнородного и вполне однородного, вечно движущегося вещества, существуют определенный промежуток времени и распадаются снова на эти основные тяготеющие элементы» [366, с.103].

С. Аррениус: «Небесные светила теряют огромные количества тепла, а также материи... Небесные тела должны были бы уменьшаться или изменяться в темные невидимые тела, в бесконечном течении времени, что не согласуется с нашим опытом. Итак, должен существовать какой-то естественный процесс, который сгущает материю и энергию, чтобы уравновесить это рассеяние» [83, с.87]. «Если теперь удалось разложить некоторые атомы на водород (и гелий), то можно принять, что существует некоторый естественный процесс, при котором образуются более тяжелые элементы, исходя из легких, и именно из водорода» [там же, с.78].

В. Нернст: «Мы можем выставить теперь гипотезу, что атомы химических элементов могут возникать в мировом пространстве вследствие случайных колебаний запасов энергии светового эфира; в таком случае мы также должны допустить обратное, т.е. что в процессе так называемого радиоактивного разложения атомы химических элементов, главным образом конечные продукты радиоактивного распада – атомы гелия и водорода – вновь могут превращаться в мировую энергию эфира. Таким образом, мы допускаем непрерывное появление и исчезновение материи (т.е. вещества – В. И.) во вселенной» [443, с.32].

Ж. Беккерель: «Гелий представляет как бы первичный элемент, атомы которого служат материалом для построения других, более сложных» [108, с.5]; в плотных космических телах образуются радиоактивные элементы, при распаде которых снова образуется гелий [там же, с.12-23].

К. Э. Циолковский: «Частицы эфира, комбинируясь, дают начало электронам или другой простейшей материи...» [623 же, с.144]. В солнцах и планетах происходит разложение частиц. [там же, с.144-145] (см. также [191]). «Собственно, и в эфире, и в небесных телах происходит и то и другое. Но в простой материи, понятно, преобладает синтез, а в сложной – анализ» [623, с.145].

Р. Милликен: «В глубине тех пространств, где мы при помощи космических лучей действительно наблюдаем непрерывное образование из положительных и отрицательных электронов атомов гелия, кислорода и кремния, происходит также и непрерывное пополнение числа этих положительных и отрицательных электронов путем обратного превращения в них, в условиях существующих там нулевых температур и плотностей, той радиации, которая непрерывно испускается в пространство звездами. При помощи такого допущения мы оказываемся в состоянии рассматривать

вселенную как систему, находящуюся теперь в стационарном состоянии, а также считать, что нигилистическая доктрина о грядущей «тепловой смерти» этим самым навсегда опровергается»¹ [419, с.35] (см. также [428, 420, 421]).

Развитие идеи мирового круговорота от Анаксимандра до Р. Милликена и Э. Геккеля описано в первой главе монографии Е. Ф. Молевича [429]. Интересный обзор гипотез о возможных процессах превращений вещества и энергии в космическом круговороте дается в главе «Теории возрождения миров» книги П. Лаберенна «Происхождение миров» [364].

Примерно после 30-х гг. XX в. проблема мирового круговорота почти никем не исследовалась — по-видимому, в связи с широкой пропагандой представлений релятивистской космологии.

Одним из редких исключений являются две статьи [563, 564] члена-корреспондента АН Украинской ССР, профессора Киевского политехнического института С. И. Тетельбаума, которые, на наш взгляд, и сегодня могут служить образцами работы физика-теоретика в области диалектико-материалистической физики космоса.

Как и подобает диалектическому материалисту, С. И. Тетельбаум исходит из того, что Вселенная бесконечна во времени и пространстве и движется в круговороте.

Он пишет, что в процессе излучения электромагнитной энергии материя переходит из состояния вещества в состояние поля [564, с.57]. Упомянув о явлении красного смещения в спектрах далеких галактик, С. И. Тетельбаум принимает гипотезу о том, что «постепенное уменьшение энергии фотонов является результатом перехода материи из состояния поля в другие ее виды, а именно, на определенной стадии процесса, опять в состояние вещества, которое продолжает свое развитие через фазу галактических образований» [564, с.57].

Полагая, что энергия фотона уменьшается с расстоянием по экспоненциальному закону, что энергия эквивалентна массе в соответствии с формулой $E=mc^2$, автор находит интенсивность обмена массой между большими объемами Вселенной, рассчитывает яркость ночного неба и показывает, что фотометрический парадокс (парадокс Ольберса) устраняется. С. И. Тетельбаум оценивает интенсивность процесса превращения материи из формы поля в форму вещества. Используя

¹ Р. Милликен также писал, что отказ от возможности «превращения энергии в массу где-нибудь в глубинах вселенной на основе наших земных опытов с моей точки зрения представляет пример «догмата тепловой смерти вселенной, вполне родственный наихудшим церковным догматам» [421, с.294]. Ведь «мы очень хорошо знаем, что условий, преобладающих вне нашей планеты, мы не в состоянии ни воспроизвести, ни даже приблизиться к ним» [там же].

принятое в то время значение постоянной Хаббла, он приходит к выводу о том, что в стационарной Вселенной «в одном кубическом километре пространства в среднем за 600 тысяч лет переходит в другие виды материи количество излучения, которое отвечает по массе одному атому водорода» [564, с.59] (см. также [563, с.110]).

Представляет большой интерес содержащийся в работе [564] расчет спектра метagalактического излучения. В релятивистской космологии существование открытого в 1965 г. микроволнового фона Вселенной преподносится как решающее подтверждение теории «горячего» начала Вселенной (см. напр. [258]). Между тем, С. И. Тетельбаум предсказал существование такого фона (метagalактического излучения), исходя из представлений о вечной материи, движущейся в круговороте. Следует сказать, что спектр метagalактического излучения, рассчитанный С. И. Тетельбаумом, существенно отличается от наблюдаемого спектра микроволнового фона (ср. [589, с.510] и [564, с.60]). Но сегодня это отличие можно рассматривать как подтверждение правильности принципиального подхода С. И. Тетельбаума. Дело в том, что он исходил из закона Хаббла, согласно которому величина красного смещения пропорциональна расстоянию до галактики. Согласно современным, более точным данным величина красного смещения пропорциональна квадрату расстояния [575, с.706]¹. Положив эту зависимость в основу соответствующего расчета, В. С. Троицкий получил спектр микроволнового фона, замечательно согласующийся с данными измерений [575, с.706].

Думается, сегодня в значительной мере доказано превращение излучаемой звездами энергии в другие формы. Таким образом, частично получен ответ на вопрос: что происходит с излученной звездами энергией? Между тем десятки, если не сотни, вопросов пока остаются без ответа. Среди них – вопросы о происхождении и эволюции галактик, химических элементов, элементарных частиц – протона, электрона...

Чтобы осмысленно решать эти проблемы, необходимо иметь концепции, в рамках которых с единой точки зрения рассматриваются элементарные частицы и поля.

Одной из таких концепций является так называемая эфиродинамика, разработанная д.т.н., академиком РАЕН В. А. Ацюковским [90, 91] (см. также [92–94] и материалы сайтов <http://www.atsuk.da.ru> и <http://atsuk.da.ru>).

¹ И обусловлена, по мнению В. С. Троицкого, тем, что сферическая волна света, распространяясь в бесконечной среде с равномерной плотностью вещества, совершает работу против гравитационной силы вещества, охватываемой сферической волной» [575, с.706]. Впрочем, В. С. Троицкий не исключал других объяснений красного смещения [там же].

Согласно этой концепции, существует единая субстанция – газоподобный эфир, состоящий из частиц массой $7 \cdot 10^{-117}$ кг – áмеров. Áмеры постоянно перемещаются в пространстве со скоростью порядка 10^{21} м/с (на 13 порядков выше скорости света). Эфиру присущи все те формы движения, которые присущи и обычным газам – диффузионная, поступательная, вращательная [90, с.45-62; 91, с.103-126].

Согласно эфиродинамике, различные формы материи и движения есть не что иное, как различные формы коллективного движения áмеров¹. По представлениям В. А. Ацюковского, протон является винтовым тороидальным вихрем эфира. Нейтрон – тем же вихрем, окруженным дополнительным пограничным слоем. Свободный электрон – винтовое вихревое кольцо эфира. Фотон представляет собой двухрядную цепочку линейных винтовых вихрей. Электрическое поле – это набор разомкнутых вихревых трубок эфира, магнитное поле – набор замкнутых вихревых трубок эфира. Гравитационное взаимодействие обусловлено термодиффузионным процессом в эфире. С позиций эфиродинамики В. А. Ацюковский рассматривает строение атомов и молекул. При получении количественных оценок параметров эфира и построении гипотез используется аппарат обычной газовой динамики.

Мировой круговорот, согласно В. А. Ацюковскому, замыкается в основном в пределах галактик и выглядит следующим образом. От периферии к центрам галактик по спирали движутся потоки эфира. В центральной области галактики эти потоки соударяются, вследствие чего образуются вихревые кольца – протоны, которые присоединяют к себе эфир, образуя атомы водорода². Атомы водорода стягиваются в звезды, которые постепенно движутся к периферии галактики. Со временем вихри теряют устойчивость и на периферии галактики рас-

¹ Любопытно, что Ф.Энгельс писал в «Диалектике природы»: «Но атомы не являются чем-то простым, не являются вообще мельчайшими известными нам частицами вещества. Не говоря уже о самой химии, которая все больше склоняется к мнению, что атомы обладают сложным составом, большинство физиков утверждает, что мировой эфир, являющийся носителем светового и теплового излучения, состоит также из дискретных частиц, столь малых, однако, что они относятся к химическим атомам и физическим молекулам так, как эти последние относятся к механическим массам, т.е. относятся как d^2x к $dx...$ » [10, с.585].

² Кстати, астрофизикам давно известно, что от центра Галактики к периферии истекает поток атомарного и молекулярного водорода, равный массе Солнца в год (см. например [589, с.648]). Кроме того, наблюдения показывают, что центральные области галактик часто являются «пустыми». Игнорируя эти факты, релятивистские космологи толкуют о нахождении в центрах галактик сверхмассивных черных дыр, которые поглощают все, что попадает на их пути.

падают. Из-за распада вихрей на периферии галактики давление эфира оказывается повышенным, вследствие чего эфир движется к центру галактики [90, с.231-247; 91, с.481-555; 93, с.100-105].

Разумеется, картина мира, которую рисует В.А. Ацюковский, выглядит очень необычно, и может кое-кому показаться чистой фантазией. Но это при поверхностном взгляде ¹.

Эфиродинамика В. А. Ацюковского не есть его изобретение. В ней продолжено развитие механической классической физики XIX века ².

Многие основополагающие положения эфиродинамики совпадают с основополагающими положениями диалектического материализма.

«В мире нет ничего, кроме движущейся материи, а эта последняя движется в пространстве и во времени» [57, с.181]. В эфиродинамической картине мира нет ничего, кроме движущихся в пространстве и во времени áмеров.

«Движение есть способ существования материи. Нигде и никогда не бывает и не может быть материи без движения... Материя без движения так же немыслима, как и движение без материи» [14, с.59]. Согласно эфиродинамике, элементарные частицы, атомы, молекулы являются вихрями или системами вихрей эфира, следовательно, устойчивыми формами устоявшегося движения эфира, которые существуют постольку, поскольку сохраняется определенная структура (форма) этого движения. Когда движение определенного рода прекращается, частица исчезает, «растворяясь» в окружающем эфире. Интересно, что, согласно эфиродинамике, формы материи являются тождественными неким формам (механического) устоявшегося движения частиц эфира.

Согласно диалектическому материализму, все конечные формы существования материи, будь то атомы, живые существа или небес-

¹ Даже если это и фантазия, то, как выразился великий Д. И. Менделеев, «лучше уж сочинять новый вздор, чем повторять старый» [413, с.8] (в космологии – о рождении Вселенной, первотолчке и т. п.).

² «Механика вскоре стала гегемоном во всей физике. Прежде всего ей естественно и беспрекословно подчинилась акустика... То же случилось и с оптикой, когда узнали, что свет, как и звук, суть волновое колебательное движение...

Поход в область теории теплоты механика предприняла, исходя из представления, что теплота есть движение мельчайших частиц тел...

Электричество и магнетизм были подчинены законам механики посредством гипотезы об электрических и магнитных флюидах, частицы которых действовали друг на друга по закону, представляющему лишь модификацию Ньютонова закона о взаимодействии небесных тел...

Наконец, с большим успехом попытались химические явления, столь родственные с одной стороны тепловым явлениям, а с другой – электрическим, а также явления кристаллизации тоже свести к некоей механике сил притяжения и отталкивания и взаимных движений разнородных атомов...» [128, с.139-140].

ные тела, преходящи. В концепции В.А.Ацюковского протоны, электроны, фотоны, атомы, молекулы – это вихри или системы вихрей, движущихся в вязкой среде (незавихренном эфире), которые, взаимодействуя со средой, постоянно теряют энергию, передавая ее эфиру, со временем теряют устойчивость и распадаются.

И еще одно. В концепции В. А. Ацюковского а́мер является той самой низшей формой организации материи, о существовании которой писал Э. В. Ильенков, а присущее ему движение – чисто механическое (перемещение в пространстве) – низшей формой движения – в полном соответствии с представлениями Ф.Энгельса, который писал: «наипростейшая форма движения – это механическая, простое перемещение» [10, с.563]. В то же время свободный эфир, в котором а́меры движутся хаотично, весьма напоминает то, что в древности называли первичным хаосом.

Подводя итоги, можно заключить, что сегодня имеется достаточный фактический и идейный материал, на основе которого можно создавать диалектико-материалистическую физику космоса. Решение этой задачи – перспективное дело для тех физиков, которые желают не столько делать карьеру, сколько развивать науку.

Напутствием для них пусть будет перефразированное высказывание Энгельса по поводу теорий электричества в 1882 г. (см. [10, с.485]): можно считать несомненным, что учению о процессах, происходящих в космосе в метагалактических масштабах, можно дать твердую основу только посредством тщательной генеральной ревизии всех перешедших по наследству непроверенных теорий, созданных на базе учений о расширяющейся имеющей начало во времени Вселенной, при условии тщательного учитывания и установления происходящих там превращений форм материи и движения, с отстранением на время всех традиционных теоретических представлений о Вселенной.

Заключение

Называя главу «Взгляд марксиста на релятивистскую космологию...», автор хотел подчеркнуть, что изложенное в ней – это не критика, и даже не введение в критику релятивистской космологии. Изложенное в этой главе можно назвать приглашением к критике релятивистской космологии и исследованию проблем физики космоса, вытекающих из диалектико-материалистических воззрений на мир. Следует заметить, что в этой главе специфически марксистским является только метод исследования, когда какие-то теоретические представления берутся в развитии, когда выясняются их истоки, когда для проверки истинности тех или иных положений выясняется их место в практике, когда никакие мнения, даже высказанные самыми великими учеными, не берутся на веру.

Что же касается воззрений на Вселенную в целом, которые автор отстаивал в этой главе, то ничего сугубо марксистского в них нет — эти воззрения высказывались материалистами не одну тысячу лет:

«Этот космос один и тот же для всего существующего, не создал никакой бог и никакой человек» [408, с.44], «Вселенная всегда была такой, какова она теперь, и всегда будет такой...» [там же, с.182]; «Вселенная едина, бесконечна, неподвижна... Она есть все то, чем она может быть, и в ней... действительность не отличается от возможности» [146, с.273-275], «Все мироздание представляет собой всеобъемлющий *perpetuum mobile*. Эта бесконечная и вечная «машина Вселенной» сама себя поддерживает в вечном и непрерывном движении...» [194, с.289], «Взятая в целом, материя не развивается...» [290, с.415-416], «...материя неисторична» [448, с.66], «вся природа движется в вечном потоке и круговороте» [10, с.354]; «Вселенная пребывает в своеобразном динамически устойчивом состоянии развития...» [563, с.100], «...Истинная бесконечность имеет, как известно, форму круга, круговорота... Круговой характер бесконечности единственно соответствует диалектическому взгляду» [290, с.419].

Последние несколько десятилетий в науке о Вселенной господствуют воззрения, противоречащие перечисленным, согласующиеся с религиозными мифами, в связи с чем их активно пропагандируют защитники религии.

Будучи убежденным в незыблемости основополагающих материалистических воззрений, автор несколько лет назад решил выяснить, насколько обоснованным является отказ от традиционных материалистических представлений о Вселенной.

Для проверки обоснованности аргументов в пользу эволюции Вселенной, ее конечности в пространстве, ее начале во времени, автору пришлось обратиться к различным наукам: космологии, астрофизике, небесной механике, теории относительности. Разумеется, знакомясь с этими науками, автор не собирался подвергать их критике. Его интересовал только один вопрос: дают ли эти науки аргументы против традиционных материалистических воззрений на Вселенную?

Поиски ответа на этот вопрос позволили автору сделать крайне интересные заключения.

Оказалось, что вывод о конечности Вселенной в пространстве был сделан на основе общей теории относительности до того, как эта теория получила первое подтверждение наблюдениями, причем такое, которое было убедительным только для тех, для кого эта теория в подтверждениях не нуждалась. Однако для доказательства конечности Вселенной мало одной теории, позволяющей сделать такой вывод. Для его обоснования необходимы определенные данные определенных наблюдений. Оказалось, что такие данные не получены по сей день. Тем не менее, уже несколько десятилетий множество авторов пишет о конечности Вселенной как об окончательной истине.

Оказалось, что вывод о расширении Вселенной (разбегании галактик) был сделан рядом физиков без всякого исследования альтернативных объяснений красного смещения спектров — просто на том основании, что этим разбеганием можно «проще всего» объяснить наблюдаемое красное смещение. И хотя обоснованные возражения против такого истолкования красного смещения высказывали многие авторитетные ученые, альтернативные объяснения этого явления представителями господствующего направления отвергались только на том основании, что они не соответствуют общепринятому.

Оказалось также, что теорию расширяющейся Вселенной развивали и активно пропагандировали те физики, которые открыто провозглашали своей задачей опровержение материализма. Вопиющие несоответствия выводов релятивистской космологии и фактов (например, продолжительность расширения Вселенной меньше возраста Земли) для таких теоретиков ничего не значили.

С другой стороны, те, кто считались диалектическими материалистами, в лучшем случае лишь отвергали самые одиозные с точки зрения материализма выводы релятивистской космологии — о конечности Вселенной и ее начале во времени, а впоследствии, по словам Л. Р. Грэхэма, заняли такие гибкие позиции, что влияние диалектического материализма в их работах нельзя было обнаружить.

Таким образом, теории, точнее гипотезы, противоречащие традиционным многовековым материалистическим воззрениям, беспрепятственно развивались несколько десятилетий, получая поддержку «заинтересованных лиц» вроде Римского папы. И, наоборот, обсуждение проблем диалектико-материалистической физики космоса, в котором в свое время в принимали участие Ф. Энгельс, С. Аррениус, В. Нернст, Р. Милликен, со временем сошло на нет.

Разумеется, развитие науки в ложном направлении не может продолжаться слишком долго. Ошибочность господствующей релятивистской космологии сегодня осознает все больше физиков. Однако мало кто из них понимает, что действительной альтернативой этой теории является развитие теории мирового круговорота, что сегодня нужно не столько опровергать теорию Большого Взрыва, сколько развивать физику космоса, основанную на диалектико-материалистических воззрениях на мир. Эту мысль автор и хотел бы донести до читателя.

И если после прочтения настоящей главы молодые исследователи — из тех, которых познание мира интересует больше, чем научная карьера — заинтересуются проблемой мирового круговорота и начнут исследования превращений конечных форм материи и движения во Вселенной, то главная цель, которую автор ставил, занимаясь изучением космологии, будет достигнута.

Глава седьмая

Анализ логических оснований гипотезы тепловой смерти Вселенной. Введение в критику классической термодинамики

Предварительные замечания

В настоящей главе излагаются предварительные результаты применения материалистической диалектики к классической термодинамике. Почему предварительные – читателю станет ясным после прочтения главы.

Заняться исследованиями в области классической термодинамики автор решил после ознакомления с книгой «Термодинамика» [169] члена-корреспондента Академии наук Белорусской ССР доктора технических наук А. И. Вейника¹. Книга впечатляла логичностью и грандиозностью содержания². Изложенные в книге пять основных законов – сохранения, состояния, переноса, взаимности, диссипации и четыре части теории: статика, кинетика, статодинамика, динамика

¹ Недруги А. И. Вейника и разного рода распространители ложных слухов изображают его как лжеученого. В действительности А. И. Вейник был крупным ученым в области термодинамики, теплообмена, теории литья. «Специалисты литейного производства у нас и за рубежом заслуженно считают его основоположником тепловой теории литья...» [73]. Он автор более 20 монографий, более 150 статей, 29 изобретений (список трудов А. И. Вейника, многие его работы, воспоминания о нем представлены на сайте www.veinik.ru). И тот факт, что под конец жизни А. И. Вейник стал верующим и написал книгу «Почему я верю в Бога» не может ни перечеркнуть, ни умалить его вклад в науку.

² Следует отметить, что автор не сразу оценил книгу А. И. Вейника по достоинству. Первое впечатление было резко отрицательным. Автор, наверное, как и все выпускники технических вузов, был воспитан в глубоком уважении к классической термодинамике. И когда прочитал первое предложение предисловия «Термодинамика – это вовсе не та наука, которую обычно привыкли понимать под этим словом» [169, с.5], то, имея начальное понятие о диалектике, прокомментировал это так: «Метафизик? Все ошибались и ошибаются?». И насторожился. Читая дальше, постоянно обращал внимание на ошибочные и неудачные выражения, такие как, например, «движение составляет неотъемлемую часть материи» [там же, с.13]. Крайне неприятное впечатление произвело на автора то, что в перечне элементарных форм движения, наряду с перемещательной, вращательной, химической и др. были названы «ощущательная зрительная», «слуховая», «осязательная», «вкусовая» [там же, с.49-51]. Но так как автор после этого продолжил просматривать книгу, то вскоре обнаружил в ней много такого, на фоне чего все эти неудачные места стоило не замечать.

— охватывали все явления природы и все существующие феноменологические теории ¹. Все физические законы в этой книге были представлены как следствия одного основного постулата теории, что, с одной стороны, демонстрировало мощь термодинамики, а с другой — заставляло задуматься над действительным содержанием этих законов. В курсе А. И. Вейника не было резких непреодолимых границ между теплотой и другими формами движения (тепловые явления описывались с помощью понятия термического заряда — аналога электрического заряда), между обратимыми и необратимыми процессами, которые отличались только количественно. В книге излагалась очень интересная теория термодинамической пары ², демонстрировалась ошибочность теории термопары В. Томсона. Идея, согласно которой любое свойство любой термодинамической системы является функцией всех обобщенных координат системы, позволяла предсказывать множество эффектов в различных системах без изучения механизмов протекающих в них процессов ³. В книге сообщалось о множестве неизвестных автору фактов, эффектов. Наконец, в этой книге автор впервые встретил критику теории относительности.

¹ Краткое изложение основных идей этого курса дается в брошюре «Новая система термодинамики обратимых и необратимых процессов» [167], расширенное — в книге «Теория движения» [172].

² Термодинамическая пара — два родственных проводника, замкнутых в цепь, спаи которой находятся при различных значениях определенного потенциала [169, с.303]. Ознакомившись с теорией термодинамической пары, автор пришел к выводу, что процесс разряда литий-диоксидмарганцевого ХИТ следует рассматривать не как движение по замкнутой цепи электрического заряда, которое сопровождается химическими процессами на электродах, а как совокупность процессов распада атома лития на электрон и ион лития, перехода электрона по металлическому проводнику, иона по электролиту к диоксиду марганца и внедрение их в диоксид марганца. При этом понимании становится очевидной роль контактной разности потенциалов в образовании электродвижущей силы (ЭДС) цепи: поскольку токообразующий процесс включает переход электрона от одного электрода к другому, то ЭДС зависит от разности работ выхода электрона из материалов электродов.

³ Основываясь на этой идее, автор решил, что перспективным направлением усовершенствования ХИТ системы литий — диоксид марганца является обработка диоксида марганца солями переходных металлов. Автор рассуждал так: известно, что на свойства диоксида марганца существенное влияние оказывает термическая обработка. Химическая обработка, как модифицирующая состав, может оказать влияние на свойства диоксида марганца не меньшее, чем термическая обработка. Поскольку диоксид марганца является нестехиометрическим соединением, полупроводником, введение в его состав каких-то ионов переходных металлов в незначительных количествах может заметно изменить его электрохимические и каталитические свойства. Как именно, априори неизвестно. Нужно провести обработку различными солями и затем применять те, которые окажут положительный эффект.

В то же время эта «Термодинамика» вопиюще противоречила обычным курсам – уже из-за отказа от понятия энтропии, играющего центральную роль в традиционном построении термодинамики.

Книга А. И. Вейника заставила серьезно задуматься. В вузе автор твердо усвоил, что классическая термодинамика является наиболее незыблемой частью теоретической физики, основные законы которой дошли до нас в неизменном виде с середины XIX века, несмотря на случившуюся в начале XX века революцию в физике. Самое точное соответствие теории и эксперимента в области физической химии или электрохимии имеется в измерениях термодинамических величин. Курсы термодинамики производят впечатление фундаментальности, логичности, основательности. Но ведь книга А. И. Вейника по своим основным положениям и построению ничуть не уступала традиционным курсам. Кроме того, из этой книги автор узнал о некоторых результатах исследований А. А. Гухмана в области оснований термодинамики, которые заставляли с недоверием отнестись к традиционным курсам.

Неизвестно, что было бы дальше, если бы к моменту знакомства с книгой А.И. Вейника автор не освоил в какой-то мере материалистическую диалектику. Возможно, отложил бы книгу в сторону и со временем забыл бы о ней.

Но так как автор не только познакомился с материалистической диалектикой, в которой увидел универсальный метод познания, но и желал применить этот метод, однако не встречал задач, в которых его можно было бы применить в полной мере, то после некоторых размышлений решил, что исследования в области термодинамики – хорошая область применения этого метода.

В июне 1985 г. автор написал А. И. Вейнику письмо (см. Приложение 1), в котором изложил важнейшие положения диалектико-материалистической теории познания, высказал мнение, что его теория нуждается в обосновании и в усовершенствовании, а также выразил готовность принять участие в этой работе. Однако после получения двух писем А. И. Вейника и состоявшегося полгода спустя 40-минутного разговора с ним, автор пришел к выводу, что доктор наук не воспринял молодого инженера серьезно ¹, и решил заняться исследованиями термодинамики самостоятельно, а общение с А. И. Вейником возобновить только после публикации серьезных результатов.

¹ Возможно, дело обстояло по-другому. В разговоре А. И. Вейник советовал автору не углубляться в термодинамику, сказал, что в свое время ему «надавали по темечку». Недавно автор узнал, что это означало. Спустя некоторое время после выхода третьего издания «Термодинамики» А. И. Вейника отстранили от преподавания и руководства аспирантами, а книгу изъяли из библиотек и книжных магазинов Белоруссии (см. [173]).

Разумеется, целью исследований не могло быть «философское» обоснование теории А. И. Вейника. Во-первых, автор всегда помнил слова Э. В. Ильенкова: «Превращенная в простое орудие доказательства заранее принятого (или заданного) тезиса, она (диалектика, диалектическая логика – В. И.) становится софистикой, лишь внешне похожей на диалектику, но пустой по существу» [288, с.7]. Во-вторых, обосновывать «философски» теорию А. И. Вейника автор не намеревался еще и потому, что видел не только ее достоинства, но и недостатки.

Так, критикуя понятие энтропии, А. И. Вейник оставил без рассмотрения химическую термодинамику, в которой энтропия играет важнейшую роль при расчетах химических равновесий, не показал, как нужно излагать химическую термодинамику, где вместо энтропии будет использоваться термический заряд. Перечисляя элементарные формы движения, А. И. Вейник назвал несколько механических (перемещательная, колебательная, вращательная и др.), однако все многообразие химических превращений обозначил одним термином – «химическая форма движения», хотя того, что можно назвать элементарными химическими формами движения, существует столько, сколько типов химических реакций. Объявив основным постулатом своей теории положение о существовании обобщенного заряда, А. И. Вейник как-то вскользь упомянул о том, что элементарные формы движения превращаются друг в друга, хотя, разумеется, взаимные превращения форм движения лежат в основе их связи и в основе основного постулата его теории. Наконец, А. И. Вейник утверждал, что элементарные формы движения существуют реально, а элементарные частицы рассматривал как ансамбли форм движения, тогда как реально существуют различные частицы, а электрический и другие заряды – это абстракции. Видел автор и другие недостатки теории А. И. Вейника.

Главным же недостатком этой теории было то, что она, как и традиционные курсы, излагалась аксиоматически, а не как результат критической переработки традиционной классической термодинамики. Теория Вейника выглядела как нечто стоящее рядом с традиционной системой термодинамики. Таким изложением А. И. Вейник словно говорил читателям: уверуйте в основной постулат моей теории, и вам откроется истина! То, что истина откроется, он демонстрировал едва ли не на каждой странице своей книги, выводя из основного постулата теории многочисленные законы физики и предсказывая новые эффекты. Но так как в его книге не было перехода от традиционной системы термодинамики к новой, так как использовалась новая терминология, то любой сторонник традиционной системы мог обвинить А. И. Вейника в том, что он излагает известные вещи новыми словами, и игнорировать его теорию.

В письме А. И. Вейнику автор писал:

«Ваша общая теория как раз делает переворот в физике как логике.

Нужно раскрыть сущность этого переворота. А для этого недостаточно показать, что общая теория в большинстве случаев соответствует традиционным теориям и не противоречит опытным данным. Для объяснения каждого факта в физике имеется добрый десяток разных теорий, и появление еще одной ничего не меняет. Нужно поэтому показать, что появление общей теории — не результат какой-то игры ума, а закономерный этап развития физики как логики.

Для этого необходимо то, что Вы показали в «Термодинамике», дополнить рассмотрением истории понятий физики, т.е. осуществить в общей теории единство логического и исторического, как того требует Логика. Только проследивая развитие понятий физики, можно доказать необходимость понятий обобщенного заряда, элементарной формы движения и других».

Соответственно, автор видел задачу в том, чтобы дополнить сделанное А. И. Вейником критикой традиционной системы классической термодинамики. Согласно диалектической логике эта критика должна быть имманентной, должна быть самокритикой классической термодинамики. Нужно было осуществить в теории **переход** от традиционной системы термодинамики к новой. А для этого следовало стать на позиции традиционной системы классической термодинамики, проанализировать эту систему, выявить в ней противоречия (в ней самой, действуя так, будто никакой системы Вейника не существует!), определить возможные пути их разрешения, выбрать из этих путей лучший и таким образом перейти к новой теории. Разумеется, нельзя гарантировать заранее, что этой новой теорией окажется теория А. И. Вейника

Какие же в термодинамике есть противоречия, демонстрирующие необходимость существенного изменения этой теории?

Первое, что бросается в глаза тому, кто знаком с диалектикой и начинает знакомиться с термодинамикой, — это противоречащая начальным положениям диалектики непреодолимая пропасть между теплотой и другими формами движения, которую утверждает термодинамика. Эта пропасть намечается уже в первом начале термодинамики, где говорится, что изменение внутренней энергии системы равно сумме подведенной к системе теплоты и совершенной системой работы. Далее, во многих курсах термодинамики можно прочитать, что все виды энергии легко и полностью превращаются в теплоту, в то время как обратное превращение, в соответствии со вторым законом термодинамики, подчиняется ряду ограничений, что тоже сомнительно с точки зрения диалектики. Согласно термодинамике, существует абсолютный нуль температуры, в то время как об абсолютных нулях других потенциалов никто не пишет. Наконец, согласно термодина-

мике в любой изолированной системе энтропия возрастает по мере приближения системы к равновесию и достигает максимума в состоянии равновесия, — получается, что максимум энтропии есть абсолютный критерий равновесия, что тоже сомнительно, если «всякое равновесие лишь *относительно и временно*» [10, с.562].

Однако было бы крайне легкомысленным основывать критику классической термодинамики на такого рода противоречиях. В конце концов, эти противоречия существуют много десятилетий, и никому до них нет дела.

И вот, размышляя, на чем основать критику классической термодинамики, автор обнаружил в «Диалектике природы» Энгельса фрагмент, который начинается так: «В каком бы виде ни выступало перед нами второе положение Клаузиуса и т.д., во всяком случае, согласно ему, энергия теряется, если не количественно, то качественно» [10, с.600], а заканчивается словами «Ad absurdum!»¹, и сразу понял, как следует построить критику классической термодинамики. Ведь этот фрагмент можно было истолковать как опровержение второго начала термодинамики (в формулировке Клаузиуса) путем приведения его к абсурду.

В курсах философии, физики и термодинамики, издаваемых в СССР, часто писали о гипотезе тепловой смерти Вселенной, приводили аргументы в пользу ее несостоятельности, однако, знакомясь с этими аргументами, несложно было убедиться в том, что полной ясности в этом вопросе нет, в чем некоторые авторы признавались открыто. Всегда подчеркивалось, что гипотеза тепловой смерти Вселенной возникла вследствие того, что Р. Клаузиус ошибочно распространил второе начало термодинамики на всю Вселенную, а из второго начала термодинамики такой вывод не следует. Однако на основании процитированного фрагмента можно было заключить, что Энгельс — тот самый Энгельс, которого в Советском Союзе называли одним из классиков единственно научной философии диалектического материализма, — как и Клаузиус, выводил из второго начала термодинамики заключение о тепловой смерти Вселенной, из чего, однако, делал заключение о ложности «второго положения Клаузиуса!» В связи с этим можно было рассмотреть вопрос: может ли второе начало термодинамики служить основанием для заключения о грядущей тепловой смерти Вселенной?

Это существенно меняло ситуацию. Теперь уже критические исследования второго закона (начала) термодинамики выглядели не как придирки дилетанта к вещам, которых он не понимает, а как поиски решения существующей более ста лет нерешенной проблемы и, как тогда казалось автору, не могли вызывать возражений. Ведь для исследования вопроса о выводимости из второго закона термодинамики

¹ Полностью этот фрагмент приводится ниже.

ошибочных заключений, необходимо было проанализировать его содержание — не провозглашая целью опровержение этого закона.

Помня, что все развивается, что теория развивается в результате совместной деятельности множества теоретиков на протяжении многих лет, автор предпринял изучение работ по термодинамике — в первую очередь, классиков. Спустя некоторое время обнаружил, насколько прав был А. А. Любищев — множество критических замечаний, высказанных автором по поводу тех или иных положений термодинамики, он потом находил у того или иного классика. Разумеется, в этих случаях свои слова с удовольствием заменял соответствующими цитатами: одно дело, когда то или иное положение, которое приводится в современном курсе термодинамики в качестве истинного, критикует никому не известный автор, другое — классик науки Макс Планк.

Помня, что не только природа, но и теории развиваются по законам диалектики, автор руководствовался словами Энгельса: «...как в истории, как и в ее литературном отражении, развитие в общем и целом происходит также от простейших отношений к более сложным... С чего начинается история, с того же должен начинаться и ход мыслей...» [21, с.497]. Применительно к термодинамике автор сделал вывод: следует изучать развитие второго начала термодинамики от простейшей и наиболее ранней формулировки до позднейших.

Автор помнил и такие слова Энгельса, сказанные, правда, о действительности, но применимые и к развитию теорий: «...обнаруживаются противоречия, которые требуют разрешения. Но так как мы здесь рассматриваем не абстрактный процесс мышления, который происходит только в наших головах, а действительный процесс, некогда совершавшийся или все еще совершающийся, то и противоречия эти развиваются на практике и, вероятно, нашли свое разрешение. Мы проследим, каким образом они разрешались...» [21, с.498].

Применительно к развитию теорий эту мысль можно изложить так: анализируя термодинамику, можно обнаружить противоречия, которые требуют разрешения. Но так как мы не создаем новую теорию, анализируя факты, а рассматриваем историческое развитие классической термодинамики, то эти противоречия должны были быть обнаружены теоретиками, которые предложили их разрешение. Поскольку термодинамику излагают аксиоматически (и метафизически — как свод неизвестно откуда взявшихся истин), то принято умалчивать об этих противоречиях. Нужно выявить эти противоречия, выяснить, как они разрешались в истории науки, и представить современное состояние термодинамики как результат определенного диалектического развития.

Сознавая сложность задачи, автор не устанавливал себе никаких сроков в отношении завершения исследования. Только сразу твердо решил ничего не публиковать до тех, пока не разберется в проблеме до конца и пока не получит ученую степень кандидата наук. С одной

стороны, считал, что, прежде чем опубликовать критику классической науки, нужно быть абсолютно уверенным в истинности полученных результатов, с другой — полагал, что наличие ученой степени у автора придает любой статье большую убедительность.

Разумеется, начав с исследований логических оснований гипотезы тепловой смерти Вселенной, автор этим не ограничился, а исследовал обоснованность многих сомнительных с точки зрения диалектики положений термодинамики. В частности, поскольку А. И. Вейник в своем курсе отказался от понятия энтропии, автор много внимания уделял выяснению содержания понятия энтропии в классической термодинамике, его месте и его необходимости в этой теории.

В соответствии с принципом «Подвергай все сомнению!», автор пытался опровергать вроде бы бесспорные положения термодинамики. Однажды сделал расчет и убедился в том, что для машины Карно, у которой цилиндр имеет высоту один километр (и, соответственно, давление газа в цилиндре падает с высотой), величина $\delta Q/T$ является полным дифференциалом. В другой раз, с целью опровержения теоремы Карно, начал рассматривать систему, в которой газ разделен на две части подвижной перегородкой, не проводящей тепла, однако оставил эту задачу¹, не придя ни к какому определенному выводу. Однажды из-за элементарной ошибки пришел к выводу, что КПД цикла Карно с диссоциирующим газом превышает то значение, которое следует из теоремы Карно². Ошибку обнаружил только через два года. Недавно утверждение о том, что, применяя диссоциирующий газ, можно повы-

¹ По-видимому, зря — см. [262, 263].

² К этому «открытию» автор пришел не сразу. Сначала прочитал, что КПД цикла Стирлинга равен КПД цикла Карно [300, с.111-112], затем, что КПД цикла Стирлинга повышается при применении диссоциирующего газа [581, с.156]. Решил рассчитать КПД цикла Карно для такого газа. Не умея рассчитывать адиабату для диссоциирующего газа, заменил адиабатическое расширение охлаждением при постоянном объеме и последующим изотермическим расширением — так, чтобы количество теплоты, выделившееся в первом процессе, равнялось количеству теплоты, поглощенной во втором. При этом допустил элементарнейшую ошибку — не учел, что теплота процесса зависит от пути перехода системы из начального состояния в конечное. Затем проверил, является ли величина $\delta Q/T$ полным дифференциалом для смеси реагирующих газов. В преобразованиях больших формул снова допустил ошибку и получил, что $\delta Q/T$ не является полным дифференциалом. После этого начал разрабатывать метод численного расчета цикла Карно для диссоциирующего газа. Прошло почти два года, прежде чем выполнил этот расчет (на программируемом микрокалькуляторе МК-56) для смеси N_2O_4 с гелием. Получил, что для этой смеси КПД выше, чем следует из теоремы Карно. Повысил точность расчета. Разница стала меньше. Заподозрив неладное, проверил расчет дифференциала и получил, что для диссоциирующего газа $\delta Q/T$ — полный дифференциал. Только после этого обнаружил ошибку, послужившую основой персонального ложного вывода.

силь КПД цикла Карно, прочитал в книге Е. И. Опарина [463, с.63-64] и молча порадовался, что в свое время не поспешил с обнародованием своего «открытия».

В ходе проведения исследований никогда не забывал правила, сформулированные Р. Декартом в «Рассуждении о методе», которые названы в третьей главе.

Помнил автор и главный вывод, который сделал из чтения статьи А.А. Любищева «Уроки самостоятельного мышления», – не доверять сочинениям по истории науки и по возможности обращаться к первоисточникам.

И, разумеется, занимаясь поиском противоречий и некорректностей в фундаментальных курсах и в сочинениях классиков физики, автор имел возможность неоднократно убедиться в том, насколько прав был Маркс, когда написал: «...у входа в науку, как и у входа в ад, должно быть выставлено требование: «Здесь нужно, чтоб душа была тверда, // Здесь страх не должен подавать совета» [4, с.9].

Заметим, вопреки тому, что пишут иные физики и философы, интуиция не играла никакой роли в проводимых автором исследованиях. Каждый шаг в исследовании автор совершал целенаправленно, руководствуясь теми или иными принципами диалектической логики.

О гипотезе тепловой смерти Вселенной

О гипотезе тепловой смерти Вселенной и о том, почему она несостоятельна, сообщается едва ли не всех курсах философии, физики, термодинамики, изданных в СССР в 50–80-е гг. XX в., а также в энциклопедиях и книгах по истории физики (см. например [72, с.103-105; 101, с.83-84; 199, с.228-236, с.395-406; 211, с.156-158; 304, с.98-100; 307; 318, с.173-175, 233-240; 347, с.419-420; 369, с.45-46; 404, с.60-61; 502, с.651-658; 503, с.139-142; 545, с.88-92; 582, с.294-302; 590, с.744-745; 591, с.122-136; 597, с.224; 601, с.430; 655, с.200-202]).

«Тепловая смерть Вселенной – гипотетическое состояние мира, к которому якобы должно привести его развитие в результате превращения всех видов энергии в тепловую и равномерного распределения последней в пространстве; в таком случае Вселенная должна прийти в состояние однородного изотермич. равновесия, характеризуемого макс. энтропией. Допущение т.с.в. формулируется на основе абсолютизации второго начала термодинамики, согласно которому энтропия замкнутой системы может только возрастать» [597, с.224].

Доказывая несостоятельность гипотезы тепловой смерти Вселенной, большинство авторов учебников противопоставляют ей так называемую флуктуационную гипотезу Больцмана.

Но почитаем внимательно Больцмана.

«Можно представить себе Вселенную как механическую систему, состоящую из громадного числа составных частей, и с громадной продолжительностью существования...»

Тогда во Вселенной, которая в общем везде находится в тепловом равновесии, т.е. мертва (! – В. И.), то тут то там должны существовать сравнительно небольшие области протяженности звездного пространства..., которые в течение сравнительно короткого времени значительно отклоняются от теплового равновесия...» [129, с.328] (см. там же, с.320-321, с.421, с.461).

Таким образом, опровержение гипотезы тепловой смерти Вселенной, данное Больцманом, является очень своеобразным: Вселенная не стремится к состоянию тепловой смерти, поскольку всегда находится в этом состоянии. Думается, к этой гипотезе вполне применима оценка, которую Фридрих Энгельс дал теории Кювье: «Теория Кювье о претерпеваемых Землей революциях была революционна на словах и реакционна на деле. На место одного акта божественного творения она ставила целый ряд повторных актов творения и делала из чуда существенный рычаг природы» [10, с.352]. Ведь, по Больцману, материи изначально присуще стремление к тепловому равновесию, хаосу, а порядок, гармония возникает только благодаря случаю.¹

Другие известные опровержения гипотезы тепловой смерти Вселенной тоже не лучше. Какого-либо абсолютно равновесного состояния у Вселенной не существует, поскольку «в нее входят структурные элементы все возрастающего порядка сложности» [597, с.224], поскольку «Вселенная не является изолированной системой» [72, с.104] и «состоит из бесконечного числа частиц» [там же, с.104-105]. «Возрастание энтропии во Вселенной не ведет к достижению ее термодинамического равновесия», если учесть «действие во Вселенной гравитационных полей» [72, с.105] (см. также [211, с.157; 369, с.46; 591, с.134-136; 597, с.224]).

Не составляет никакого труда продемонстрировать несостоятельность и этих опровержений.

Во-первых, гипотеза о тепловой смерти Вселенной вызывала решительные возражения материалистов потому, что под Вселенной понимается движущаяся материя, а сама гипотеза является отрицанием положения диалектического материализма о неуничтожимости движения как атрибута материи. Но так как «в мире нет ничего, кроме движущейся материи» (В. И. Ленин) [57, с.104], а изолированной в

¹ «Нужно сказать, что такая концепция жизни мира не может быть признана вполне удовлетворительной. Мы не можем примириться с мыслью, что процессы становления во Вселенной имеют характер мимолетных вспышек на фоне всеобщей смерти. Этой гипотезой исключается возможность циклического развития мира, который наделяется всеми признаками статистически равновесной системы, изредка испытывающей пространственно-временные флуктуации» [245, с.168].

термодинамике называется система, «не обменивающаяся с внешними телами ни энергией, ни веществом (в том числе и излучением)» [101, с.17], то ложным является утверждение, будто Вселенная не является изолированной системой¹.

Во-вторых, понимая движение как атрибут материи, можно ли считать опровержением гипотезы тепловой смерти Вселенной тот вывод, что материя не придет в равновесие, молчаливо соглашаясь с тем, что она стремится к равновесию?

Наконец, главное: всякое опровержение является доказательством тезиса, противоречащего опровергаемому. Неужели для доказательства тезисов «материя немыслима без движения» [10, с.391], «движение несотворимо и неуничтожимо» [10, с.392] — а именно так в диалектическом материализме понимается неуничтожимость движения — достаточно указать, что во Вселенной есть гравитационные поля или что Вселенная состоит из бесконечного числа частиц?

Названные тезисы есть основополагающие положения диалектического материализма и, подобно тезису о материальном единстве мира, доказываются «не парой фокуснических фраз, а длинным и трудным развитием философии и естествознания» [14, с.43] — как вывод всей истории развития человеческого познания на основе всего фактического материала науки.

А чего стоят все существующие названные выше опровержения вывода о грядущей тепловой смерти Вселенной, видно по тому, что этот вывод под названием термодинамический парадокс в современной космологии преподносится как необходимое следствие второго закона термодинамики и используется для опровержения положения о Вселенной, движущейся в круговороте (см. предыдущую главу).

¹ Более того, «в термодинамике, когда мы говорим об изолированной системе, мы имеем в виду такую совокупность тел, на которую извне не производится механических и термических воздействий, но (это чрезвычайно важно и необходимо для хода доказательства) мы предполагаем, что при желании воздействия на систему могут быть произведены... Но мир представляет собой нечто целое; это «изолированная система» в философском, а не в термодинамическом смысле этого слова: это такая изолированная система, которая по самой сути своей никогда не может испытывать внешних воздействий, никогда не может ни отдавать, ни получать тепло» [503, с.140].

Высказывалось и противоположное мнение: «...гравитационное поле не может быть само включено в состав замкнутой системы (Вселенной — В.И.) **ввиду того, что при этом обратились бы в тождество законы сохранения, являющиеся... основой статистики. Благодаря этому в общей теории относительности мир как целое должен рассматриваться не как замкнутая система, а как система, находящаяся в переменном гравитационном поле...**» (выделено мной — В.И.) [369, с.46].

По этому поводу повторим вслед за Энгельсом: «...идеальная потребность математика весьма далека от того, чтобы быть принудительным законом для реального мира» [14, с.51].

На основе изложенного можно заключить, что, вопреки уверениям ряда советских философов, проблема тепловой смерти осталась нерешенной и в конце XX века.

Некоторые авторы признавали это открыто.

«Считая совершенно неверной приведенную формулировку второго закона («Энтропия мира стремится к максимуму» — В.И.) и выводы из нее с точки зрения материалистической философии, все-таки следует указать на незавершенность до настоящего времени физического решения проблемы» [237, с.214].

«...Эта пресловутая проблема оказалась не такой простой, как это думали некоторые физики и философы... Обилие различных гипотез, выдвигаемых для ее решения, показывает, что она отнюдь не тривиальна и еще далека от своего полного решения» [199, с.406].

Такое положение, на наш взгляд, в значительной мере обусловлено тем, что авторы, доказывавшие несостоятельность гипотезы тепловой смерти Вселенной, действовали так, будто никогда не читали работ Фридриха Энгельса.

Фридрих Энгельс о гипотезе тепловой смерти Вселенной

В письме Марксу от 21 марта 1869 года Фридрих Энгельс писал:

«Превращение сил природы, особенно превращение теплоты в механическую силу и т.д., послужило в Германии поводом для нелепейшей теории, которая, впрочем, до известной степени неизбежно вытекает из старой Лапласовской гипотезы, но теперь доказывается, так сказать, математически, что мир становится все холоднее, что температура в пределах Вселенной все более выравнивается, и что в конце концов наступит момент, когда всякая жизнь станет невозможной, и весь мир будет состоять из замерзших, вращающихся один вокруг другого шаров. Я жду теперь, что попы ухватятся за эту теорию как за последнее слово материализма. Ничего глупее нельзя придумать. Так как, согласно этой теории, в существующем мире количество теплоты, которое должно превратиться в другие виды энергии, все более превышает количество других видов энергии, которые могут превратиться в теплоту, то естественно, что первоначальное горячее состояние, с которого начинается охлаждение, становится абсолютно необъяснимым и даже бессмысленным и предполагает поэтому существование бога. Первый толчок Ньютона превращается в первое нагревание. И все же теория эта считается тончайшим и высшим завершением материализма. А господа эти скорее сконструируют себе мир, который начинается нелепостью и нелепостью кончается, чем согласятся видеть в этих нелепых выводах доказательство того, что их так называемый закон природы известен им до сих пор лишь наполовину» [47, с.228-229].

В письме можно выделить две части. Сначала Энгельс сообщает о «нелепейшей теории», излагает выводы из нее (то, что «доказывается, так сказать, математически») и дает оценку, по-видимому, и теории, и выводам: «Ничего глупее нельзя придумать».

Вторая часть письма содержит следующее рассуждение: так как согласно упомянутой теории «в существующем мире количество теплоты... все более превышает количество других видов энергии», то, утверждает Энгельс, «естественно», что первоначальное состояние «становится абсолютно необъяснимым» и предполагает существование бога, первого толчка. Из этих «нелепых выводов» Энгельс заключает, что некий «так называемый закон природы» известен естествоиспытателям лишь наполовину.

Хотя этот закон и не назван, из контекста следует, что это — либо утверждение «в существующем мире количество теплоты... все более превышает количество других видов энергии», либо утверждение, которое называли законом природы, из которого логически следует предыдущее утверждение. Несомненно также, что, по мнению Энгельса, появление нелепых выводов обусловлено ошибочностью «так называемого закона природы». Следовательно, для опровержения вывода о тепловой смерти Вселенной необходимо опровергнуть те ложные положения, из которых этот вывод следует — положение о преобладании во Вселенной перехода всех видов энергии в тепловую над обратными процессами либо так называемый закон природы, логическим следствием которого является это положение.

В тех опровержениях гипотезы тепловой смерти Вселенной, о которых сообщает учебники и энциклопедии, вопрос о протекании во Вселенной превращения всех видов энергии в тепловую не обсуждается; второе начало термодинамики — физический закон, «на основе абсолютизации» [597, с.224] которого формулируется гипотеза тепловой смерти Вселенной, сомнению не подвергается. Таким образом, подходы к проблеме тепловой смерти Вселенной, представленные в учебниках, противоречат мнению Энгельса, высказанному им в письме Марксу. Не исключено, что вследствие этого советским философам не удалось найти решение проблемы тепловой смерти Вселенной. Любопытно, что ссылки на данное письмо в литературе встречаются крайне редко, хотя на русском языке оно впервые было опубликовано в 1931 г. — в 24 т. первого издания сочинений Маркса и Энгельса (см. [47, с.229]).

В 1875 году Энгельс написал следующую заметку:

«В каком бы виде ни выступало перед нами *второе положение Клаузиуса и т.д.*, во всяком случае, согласно ему, энергия теряется, если не количественно, то качественно. *Энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться.* Мировые часы сначала должны быть заведены, затем они идут, пока не придут в состояние рав-

новесия, и только чудо может вывести их из этого состояния и снова пустить в ход. Потраченная на завод часов энергия исчезла, по крайней мере в качественном отношении, и может быть восстановлена только путем *толчка извне*. Значит, толчок извне был необходим также и вначале; значит, количество имеющегося во Вселенной движения, или энергии, не всегда одинаково; значит, энергия должна была быть сотворена; значит, она сотворима; значит, она уничтожима. *Ad absurdum!*» [10, с.600].

По мнению ряда авторов, в этой заметке дается философская критика теории (гипотезы) тепловой смерти с позиций диалектического материализма (см. например [72, с.104; 199, с.232; 211, с.156; 655, с.200-201]). С таким мнением нельзя согласиться, если учесть, что в рассмотренном выше письме Марксу **философская критика** этой гипотезы выражается четырьмя словами: «Ничего глупее нельзя придумать». Маловероятно, чтобы шесть лет спустя Энгельс настолько усомнился в этом выводе, что **в написанной для себя заметке** стал вдруг проверять обоснованность своего заключения.

Некоторые авторы увидели в этой заметке критику попыток распространения второго начала термодинамики на всю Вселенную (см. [318, с.235; 545, с.89]). С такой оценкой можно было бы согласиться с некоторыми оговорками, если бы заметка начиналась предложением: *«Энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться»*. Эта формулировка — не что иное как распространенный на все естественные процессы закон возрастания энтропии (который называется еще вторым началом термодинамики для необратимых процессов) [590, с.95; 322, с.282-286; 655, с.197-198]. В этом случае можно было бы сказать, что Энгельс получил абсурдный вывод о первом толчке, исходя из распространенного на всю Вселенную второго начала термодинамики (распространенного на все протекающие в природе процессы закона возрастания энтропии), из чего следует недопустимость такого распространения, т.е. ложность утверждения «энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться». Нужно однако учесть, что положение о возрастании энтропии непосредственно не используется в тех рассуждениях, которые следуют после него. Неочевидно, что из посылки «энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться» следует заключение о том, что мировые часы придут в состояние равновесия. Многие авторы (см. например [369, с.45-46; 590, с. 744-745; 591, с.122-136; 597, с.224; 601, с.430]) утверждают, что энтропия возрастает во всех естественных процессах, но Вселенная не придет в равновесие.

Однако перед формулировкой *«Энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться»* положения о возрастании энтропии Энгельс написал: «В каком бы виде ни выступало перед нами *второе положение Клаузиуса и т.д.*, во всяком случае, согласно ему, энергия теряется, если не количественно, то качественно» Если

учесть, что «неуничтожимость движения надо понимать не только в количественном, но и в качественном смысле» [10, с.360], то слова «согласно второму положению Клаузиуса энергия терется качественно» по сути означают, что второе положение Клаузиуса является ложными. Если предположить, что формулировка «энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться» послужила Энгельсу основанием для утверждения «согласно второму положению Клаузиуса энергия терется качественно...», то можно увидеть, что в приведенной заметке дается опровержение путем приведения к абсурду (*reductio ad absurdum*) утверждения Клаузиуса, что энергия терется качественно (либо второго положения Клаузиуса, поскольку это положение утверждает, что энергия терется качественно). Допуская, что энергия терется качественно, Энгельс заключает, что в будущем энергия исчезнет в качественном отношении, что мир придет в равновесие, что когда-то был первый толчок, что энергия сотворима и уничтожима. Из этих абсурдных выводов следует ложность принятого допущения.

Теперь спросим: какое второе положение Клаузиуса имел в виду Энгельс? В курсах термодинамики приводится «второе начало термодинамики в формулировке Клаузиуса», которое является аксиомой и гласит: «Невозможен процесс, при котором теплота самопроизвольно переходила бы от холодных тел к телам нагретым» [590, с.95]; (см. также [294, с.66; 655, с.195]) (в несколько другой формулировке: «Невозможен процесс, единственным результатом которого был бы переход теплоты от холодного тела к телу нагретому»). Но в таком случае непонятными являются слова: «в каком бы виде ни выступало перед нами...». Вряд ли они были написаны по поводу двух немного отличающихся формулировок. Какие виды «второго положения Клаузиуса» имел в виду Энгельс?

Чтобы найти ответ на этот вопрос, автор обратился к работе Клаузиуса «Механическая теория тепла» [329, 661], ссылки на которую неоднократно встречаются в «Диалектике природы», и обнаружил, что там есть термин «Второе начало механической теории тепла», которым Клаузиус обозначает ряд теорем¹: теорему, эквивалентную теореме Карно [329, с.136-138], принцип эквивалентности превращений [там же, с.144-157], теоремы, выражаемые так называемыми уравнением (равенством) и неравенством Клаузиуса [там же, с.155-156; 503, с.76-77; 590, с.904], и, наконец, знаменитое «энтропия мира стремится к максимуму» – «Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu» [661, S.42]. То, что сегодня называют вторым началом термодинамики

¹ Р. Клаузиус писал: «Чтобы иметь возможность вывести и доказать второе начало механической теории теплоты, мы будем исходить из рассмотрения одного кругового процесса особого рода, который мы проследим в отдельных его частях» [329, с.126].

в формулировке Клаузиуса, он сам называл «новым принципом, относящимся к теплоте» [329, с.133-134].

Во второй половине XIX века – начале XX века, если не все, то большинство авторов курсов термодинамики различали аксиому Клаузиуса и второй закон (второе начало) термодинамики. Например, Макс Планк писал: «Как известно, Клаузиус доказал второй закон термодинамики, основываясь на простом положении, гласящем, *что теплота не может сама по себе переходить от более холодного тела к более горячему телу*» [483, с.119]. (См. также [129, с.241; 570, с.167]). Таким образом, **слова «второе положение Клаузиуса» означают «второй закон термодинамики»**, а если учесть, что этот закон у самого Клаузиуса имеет множество формулировок, то слова «В каком бы виде ни выступало перед нами второе положение Клаузиуса» означают «второй закон термодинамики в любой формулировке».

Не следует думать, будто Энгельс написал обсуждаемую заметку экспромтом и дал в ней поспешную оценку этого закона. Во-первых, хотя заметка написана 6 лет спустя после письма Марксу, в ней выражена та же позиция, что и в письме: появление абсурдного вывода о первом толчке свидетельствует об ошибочности того положения современной Энгельсу физики, на котором строится рассуждение. Во-вторых, несколько ранее Энгельс написал другую заметку, которую можно рассматривать как набросок анализируемой заметки:

«Клаузиус – if correct (если я его правильно понимаю) – доказывает, что мир сотворен, следовательно, что материя сотворима, следовательно, что она уничтожима, следовательно, что и сила (resp. движение) сотворима и уничтожима, следовательно, что все учение о «сохранении силы» бессмыслица, – следовательно, что и все его выводы из этого учения тоже бессмыслица» [10, с.599-600].

Обратим внимание на оговорку «если я его правильно понимаю». Похоже, Энгельсу трудно было поверить в то, что известным физиком провозглашается абсурдное положение, и после некоторого размышления он написал заметку, в которой уже определенно показал, что источником ошибочных выводов Клаузиуса о тепловой смерти мира являются ложные положения его теории.

Неоднократно высказывалось мнение, будто «Ф.Энгельс со всей очевидностью показал, что второе начало, понимаемое как универсальный принцип, несовместимо с законом сохранения и превращения энергии, противоречит ему, так как, не требуя изменения энергии в количественном отношении, оно утверждает качественное вырождение энергии, потерю энергией основного ее свойства – способности к превращениям» [164, с.139] (см. также [294, с.71; 130, с.249]), из чего следует, что для решения проблемы тепловой смерти Вселенной необходимо опровергнуть второе начало термодинамики (противоречащие

друг другу суждения не могут быть одновременно истинными). Такое мнение, на наш взгляд, не отвечает действительности. Суждение «согласно второму положению Клаузиуса (второму началу термодинамики) энергия теряется качественно» не очевидно, и Энгельс его не доказал.

Если не делать поспешных выводов из сказанного, то на основании анализа процитированных письма и заметки Энгельса можно заключить:

1) не очевидно, что из второго закона термодинамики следует вывод о тепловой смерти Вселенной;

2) вывод о тепловой смерти Вселенной следует из посылок: «в существующем мире количество теплоты... все более превышает количество других видов энергии» [47, с.228], «энергия... теряется качественно» [10, с.600];

3) второе начало термодинамики (в частности, в форме закона возрастания энтропии) дает повод для заключения о грядущей тепловой смерти мира и подлежит критике постольку, поскольку из него следуют послылки, на которых основывается вывод о тепловой смерти Вселенной.

Эти на первый взгляд простые и очевидные заключения позволяют вывести решение проблемы тепловой смерти Вселенной из того тупика, в котором оно находилось более столетия.

До сих пор спор между материалистами и идеалистами относительно тепловой смерти Вселенной касался вопроса: наступит эта смерть или нет? Таким образом, с одной стороны, материалисты пытались несколькими аргументами, заимствованными из физики, доказать неуничтожимость движения, что, разумеется, было совершенно безнадежным делом, поскольку, как говорилось выше, неуничтожимость движения доказывается всей историей естествознания.

С другой стороны, спор касался события, которое если и произойдет, то в таком отдаленном будущем, когда не будет не только ни одного из участников спора, но и планеты, на которой он происходит, и даже Солнца, которое согревает эту планету.

При этом, если современный защитник религиозных мифов утверждал, что «из Второго начала термодинамики следует, что со временем наступит «смерть» Вселенной, если существующие процессы будут продолжаться» [432, с.22], то советский философ, академик Б.М. Кедров, был убежден, что перспектива тепловой смерти Вселенной «явилась следствием неправильного истолкования второго начала термодинамики; само же это начало, разумеется, не давало никакого повода выводить из него столь далеко идущие следствия» [318, с.235].

Разумеется, если оппоненты из одних и тех же посылок делают противоположные выводы, если опытным путем установить истину невозможно, то такая дискуссия может длиться веками.

Если же взять за исходный пункт выводы, которые мы сделали на основе анализа письма и заметки Энгельса, то для доказательства несостоятельности гипотезы тепловой смерти Вселенной необходимо опровергать не положения, относящиеся к бесконечно отдаленному будущему и «участи Вселенной», а утверждения, касающиеся процессов, протекающих во Вселенной сейчас, можно сказать, перед нашими глазами.

Чтобы решить проблему тепловой смерти Вселенной, следует рассмотреть следующие вопросы:

1) истинно ли то, что в процессах, протекающих в природе, энергия теряется качественно, и что процессы, в которых происходит превращение всех форм движения в теплоту, преобладают над процессами, в которых происходит превращение теплоты в другие формы движения?

2) следует ли из второго закона термодинамики заключение о том, что энергия теряется (может теряться) качественно и что процессы, в которых происходит превращение всех форм движения в теплоту, преобладают над обратными процессами?

3) следует ли из второго закона термодинамики заключение о том, что Вселенная стремится к равновесию?

Учитывая то, что Энгельс написал «в каком бы виде ни выступало перед нами второе положение Клаузиуса», выясняя связь ложных выводов со вторым началом термодинамики, необходимо рассмотреть по возможности все формулировки этого начала.

Теперь обратим внимание на то обстоятельство, что формулировки второго закона термодинамики, перечисленные выше, не эквивалентны, а представляют собой второй закон в развитии: если теорема Карно относится к тепловым машинам и выражается алгебраическим уравнением, то принцип существования энтропии — ко всем равновесным системам и выражается дифференциальным уравнением, принцип возрастания энтропии — к неравновесным системам. Наконец, формулировка «энтропия Вселенной стремится к максимуму» — относится ко Вселенной в целом. Учитывая диалектику относительной и абсолютной истины, можно предположить, что второе начало термодинамики, как его сформулировал Клаузиус, имеет ложную сторону, которая незаметна в начальных формулировках, однако становится очевидной в формулировке «энтропия мира стремится к максимуму».

Поэтому абсолютно ошибочным является господствовавший в советской литературе подход, когда критика направлялась на одну формулировку второго закона термодинамики, которая касалась энтропии Вселенной, а остальные рассматривались как истины в последней инстанции. С точки зрения диалектики, необходимо искать ложную сторону во всех формулировках.

Но прежде чем обсуждать вопрос о возможности качественной уничтожимости (неуничтожимости) движения, необходимо ясно представлять, что Энгельс понимал под качественной уничтожимостью (неуничтожимостью) движения.

Энгельс о превращении форм движения

В работе «Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии» Энгельс назвал открытие превращения энергии одним из трех великих открытий, благодаря которым «познание взаимной связи процессов, совершающихся в природе, двинулось гигантскими шагами вперед» [18, с.303]. Это открытие показало, что «все бесчисленные действующие в природе причины, которые до сих пор вели какое-то таинственное, не поддававшееся объяснению существование в виде так называемых сил – механическая сила, теплота, излучение (свет и лучистая теплота), электричество, магнетизм, химическая сила соединения и разложения, – являются особыми формами, способами существования одной и той же энергии, т. е. движения» [10, с.511].

В «Диалектике природы» есть фрагмент «[О классификации суждений]» [10, с.538–540], содержащий чрезвычайно важные для термодинамики идеи относительно превращений форм движения (энергии). В этом фрагменте в качестве примера, подтверждающего рациональное содержание гегелевской диалектики, анализируется развитие познания человеком закономерностей превращения форм движения.

Вначале Энгельс приводит гегелевскую классификацию суждений: суждение наличного бытия, суждение рефлексии, суждение необходимости и суждение понятия. *«1-я группа – это единичное суждение, 2-я и 3-я – особенное суждение, 4-я – всеобщее суждение»* [10, с.538]. Далее Энгельс показывает, «какое глубокое основание эта группировка имеет не только в законах мышления, но также и в законах природы» [10, с.539], для чего рассматривает развитие закона превращения движения от формулировки «трение есть источник теплоты» до формулировки «всякое механическое движение способно посредством трения превращаться в теплоту» и, наконец – *«любая форма движения способна и вынуждена при определенных для каждого случая условиях превращаться, прямо или косвенно, в любую другую форму движения»* [10, с.539]¹.

¹ А. И. Вейник: «Эти слова Энгельса содержат наиболее полное и глубокое определение сущности закона сохранения и превращения энергии, данное до сих пор. В них непосредственно выражено то, что наиболее важно в законе сохранения и превращения энергии, – *неограниченная* возможность (и необходимость) взаимных превращений различных форм движения материи, а, следовательно, и *сохраняемость* движения при всех превращениях» [164, с.18–19].

По поводу последней формулировки Энгельс написал: «Это — суждение понятия, и притом аподиктическое, — наивысшая вообще форма суждения» [10, с.539]. Это — «суждение всеобщности... Дойдя до этой формы, закон достиг своего последнего выражения. Посредством новых открытий мы можем доставить ему новые подтверждения, дать ему новое, более богатое содержание. Но к самому закону, как он здесь выражен, мы не можем прибавить больше ничего. В своей всеобщности, в которой и форма и содержание одинаково всеобщны, он не способен ни к какому дальнейшему расширению: он есть абсолютный закон природы» [10, с.540].

Подчеркнем: закон превращения формы движения, согласно Энгельсу, является абсолютным не только по форме (к его формулировке нельзя ничего прибавить), но и, что следует отметить особо, по содержанию. Кроме прочего, это означает, что **его действие не может ограничиваться никаким иным законом**. Та же мысль была выражена Энгельсом несколько раньше в другой форме: «закон о смене форм движения является бесконечным, замыкающимся в себе» [10, с.552].

Согласно Энгельсу, закон превращения форм движения является суждением понятия, суждением всеобщности. Это означает, что способность к превращению в иные формы является атрибутом любой формы движения, внутренне присуща любой форме движения и не может быть уничтожена без уничтожения самой формы движения, что в отношении превращаемости в иные формы все формы движения совершенно «равноправны». Абсолютно невозможной, согласно Энгельсу, является ситуация, в которой какая-нибудь форма движения полностью утратила бы способность превращаться в качественно иные формы движения, перестала бы превращаться в иные формы движения.

Поскольку неограниченная превращаемость из одной формы в другую — атрибут движения, то «движение, которое потеряло способность превращаться в свойственные ему различные формы, хотя и обладает еще *dynamis* (возможностью — Ред.), но не обладает уже *energeia* (действительностью — Ред.)¹ и, таким образом, частично

¹ Для разъяснения: «...он (Аристотель — В.И.) называет платоновскую идею одной только *δύναμις* и утверждает в противовес этому, что идею... следует рассматривать как *ἐνέργεια*, т. е. как внутреннее, которое всецело проявляется вовне, и, следовательно, как единство внутреннего и внешнего или как действительность...» [193, с.314].

Соответственно, слова «движение обладает *dynamis*, но не обладает *energeia*» означают: движение является движением только в возможности, но не в действительности.

Для сравнения «Железная дорога, по которой не ездят, которая не используется, не потребляется, есть железная дорога только *δύναμις* (в возможности — Ред.), а не в действительности» [6, с.27].

уничтожено» [10, с.360-361] ¹. Но это, по мнению Энгельса, «немыслимо», поскольку «неуничтожимость движения надо понимать не только в количественном, но и в качественном смысле» [10, с.360].

То, что Энгельс написал в формулировке закона превращения форм движения и в комментариях, — это не философское обобщение достижений естествознания, а всего лишь адекватное выражение сути полученных естествознанием результатов. Именно благодаря открытию неограниченной взаимной превращаемости «различные физические силы — эти, так сказать, неизменные «виды» физики — превратились в различным образом дифференцированные и переходящие по определенным законам друг в друга формы движения материи» [10, с.353]. Суждение «механическая сила, теплота, излучение... являются особыми формами, способами существования одной и той же энергии, т. е. движения» [10, с.511] получено не путем отыскания видимых общих признаков у всех этих «предметов мышления», а благодаря открытию превращений одних форм в другие.

«Когда мы подводим эти многообразные формы явлений под одно общее название движения, то дело тут отнюдь не в том только, что наш рассудок объединяет их вместе. Напротив, эти формы сами доказывают своим действием, что они являются формами одного и того же движения, ибо при известных обстоятельствах они переходят друг в друга» [10, с.399-400]. А что они действительно переходят друг в друга, доказывается тем, что эти переходы происходят «без какой бы то ни было потери силы» [10, с.353] «таким образом, что определенному количеству движения одной формы всегда соответствует точно определенное количество движения другой формы» [10, с.400].

Проиллюстрируем сказанное одной аналогией. Жидкая, кристаллизационная, адсорбционная вода, а также лед и пар есть виды, формы существования одной и той же субстанции — воды, H₂O. Такое заключение было сделано не на основе сравнения их видимых признаков, а на том основании, что при известных условиях они превращаются друг в друга, причем количеству воды, исчезнувшей в одной форме, соответствует появление такого же количества другой формы

¹ Подобное мнение высказывал Э. Мах. «Если посмотреть на дело беспристрастно, то мы должны будем спросить себя, *имеет ли вообще какой-нибудь научный смысл и какую-либо цель* взгляд на теплоту, которую уже нельзя обратить в механическую работу (наприм., теплоту замкнутой и равномерно *темперированной* системы тел), как на *энергию*. Ясно, что в этом случае принцип сохранения энергии играет совершенно праздную роль, которая приписывается ему только по привычке. Если несмотря на *рассеяние* или уничтожение механической энергии, несмотря на усиление энтропии, мы будем держаться принципа сохранения *энергии*, то это значит, что мы дозволим себе ту же вольность, какую дозволял себе Блэк, когда смотрел на теплоту плавления, как на теплоту, продолжающую существовать, но только в *скрытом виде*» [433, с.123].

воды. Способность к превращению в иные формы, в частности, в пар, есть атрибут любой формы воды. Если после контакта с натрием вода не появляется в виде пара при нагревании продуктов реакции, то не потому, что она потеряла способность превращаться в пар, а потому, что произошла химическая реакция, и вода была уничтожена как таковая, исчезла в качестве воды. Вода уничтожима в качественном смысле в химических превращениях. Движение отличается от воды, кроме прочего, и тем, что, являясь атрибутом материи, не может стать не-движением, превратившись в нечто такое, которое не превращается в иные формы движения. Движение, потерявшее способность превращаться в иные формы (движение, не превращающееся в иные формы) в свете идей Энгельса — такая же нелепость, как четырехугольный треугольник ¹.

Поскольку способность к превращениям в другие формы в равной мере присуща всем формам движения, то в бесконечной Вселенной одновременно протекают процессы противоположно направленные, а в целом движение материи остается неизменным как качественно, так и количественно.

Если допустить, что какая-то форма движения во Вселенной вдруг утратила частично способность к превращению в другие формы, то это означает, что во Вселенной процессы превращения различных форм движения в эту форму преобладают над обратными, что во Вселенной началось постепенное преобразование первоначально бесконечно многообразного движения в одну эту форму, что многообразии движения материи теряется, — происходит деградация движения материи. Пределом такой деградации является смерть материи.

Обратим внимание на то, что «движение в применении к материи — это *изменение вообще*» ² [10, с.563], в том числе жизнь, социальные процессы. Разумеется, формулировка «*всякая форма движения способна и вынуждена превращаться во всякую другую форму движения*» относится не ко всем формам движения, а к тем, с которыми имеет дело физика, т.е. к тем, которые Р.Майер называл «силами», «силами неживой природы» [399], А. И. Вейник — «элементарными формами движения» [169], а Б. М. Кедров — «формами энергии» [318, с.315-316]. По нашему мнению, эти формы лучше назвать **абстрактными формами движения**, чтобы отличать, с одной стороны, от высших, конкретных форм движения, примером которых являет-

¹ Такой же точки зрения придерживался Р. Ю. Майер: «понятие о мертвой или неподвижной силе есть *contradictio in adjecto*» [399, с.261].

² То положение, что движение — изменение вообще, восходит, по меньшей мере, к Аристотелю, который писал о трех видах движения: в отношении качества (качественное изменение), в отношении количества (рост и убыль) и в отношении места — перемещение (см. например [80, с.103-105, с.164-166]).

ся жизнь, а с другой — от физической величины, которая остается постоянной в ходе взаимных превращений абстрактных форм движения и называется энергией. Только абстрактные формы движения превращаются друг в друга. Конкретные формы движения являются атрибутами соответствующих форм материи (материальных систем) и развиваются в ходе развития материальных систем в соответствии с законами развития ¹.

Обратим внимание и на такие мысли Энгельса.

«Сохранение энергии. Количественное постоянство движения было высказано уже Декартом и почти в тех же выражениях, что и теперь... Зато превращение формы движения открыто только в 1842 г., и это, а не закон количественного постоянства, есть новое» [10, с.595].

«Если еще десять лет назад новооткрытый *основной закон движения принимался лишь как закон сохранения энергии*, лишь как выражение того, что движение не может быть создано, то есть понимался только с количественной стороны, то это узкое, *отрицательное выражение* все более вытесняется *положительным выражением в виде закона превращения энергии*, где впервые вступает в свои права качественное содержание процесса и стирается последнее воспоминание о внемировом творце. Теперь уже не нужно проповедовать как нечто новое, что количество движения (так называемой энергии) не изменяется, когда оно из кинетической энергии (так называемой механической силы) превращается в электричество, теплоту, потенциальную энергию положения и т. д., и обратно; мысль эта служит добытой раз навсегда основой гораздо более содержательного отныне исследования самого процесса превращения, того великого основного процесса, в познании которого находит свое обобщение все познание природы» (курсив мой, — В.И.)» [14, с.13].

Таким образом, Энгельс различал закон сохранения энергии (движения) и закон превращения энергии (движения), а также высказывал (в 1885 г.) мнение то, что мысль о сохранении энергии служит основой более содержательного исследования самого процесса превращения. Поэтому можно ожидать, что за более чем сто

¹ По этому поводу хорошо написал Б.М. Кедров: «...подобно тому, как в общем случае движение есть способ существования материи, так и в каждом частном случае специфическому виду материи отвечает строго определенная форма движения, выступающая как способ существования именно данного, а не какого-либо другого вида материи...»

Короче говоря, под формой движения материи подразумевается специфический способ существования каждого качественно определенного материального объекта...

Движение, рассматриваемое в самом общем его виде, есть изменение вообще... Специфичность каждой формы движения обусловлена особенностями того материального объекта, того вида материи (вещества, света и т.д.), который испытывает изменение, т.е. движется» [315, с.166-167].

лет после 1885 г. в исследовании этих процессов превращения достигнут заметный прогресс¹.

Теперь мы можем приступить к выяснению вопросов, теряется ли энергия качественно в природных процессах и следует ли вывод о качественной потере энергии из второго закона термодинамики.

Второй закон термодинамики – «закон деградации энергии»?

Имеется множество работ, авторы которых без тени сомнения говорят о качественной потере энергии и о связи этого утверждения со вторым законом термодинамики.

Л. Больцман (1886 г.): «Энергия может принимать три формы – форму видимого движения тел, теплоты, т.е. движения мельчайших частиц, наконец, работы, т.е. взаимного отдаления притягивающих друг друга тел или сближения тел отталкивающихся... Теплоту, видимую живую силу и работу можно было бы по желанию получать друг из друга и переводить из одной формы в другую, причем количество всегда было бы сохранено.

¹ Странное отношение к идеям Энгельса о превращении форм движения продемонстрировал С. Г. Кара-Мурза [303].

Он приводит фрагмент письма Энгельса Марксу от 21 марта 1869 г., отрывки из заметок Энгельса «Клаузиус... доказывает, что мир сотворен...», «В каком бы виде ни выступало перед нами второе положение Клаузиуса...» (вторая почему-то представлена как продолжение первой (см. [там же, с.167]), «Излучение теплоты в мировое пространство...» и делает вывод: «...идеология неограниченного прогресса не только заставила классиков марксизма отвергнуть главный вывод термодинамики (и создаваемую ею новую картину мира), но и пойти вспять, возродив веру в вечный двигатель второго рода» [там же, с.168].

Выше он написал: «Маркс очень быстро воспринял многие важные мысли Карно (например, методологический принцип представления идеального процесса как цикла; Маркс включил этот принцип в виде циклов воспроизводства)... Иной была реакция в отношении второго начала термодинамики, которое утверждало невозможность бесконечного использования энергии Вселенной, накладывало ограничения на саму идею прогресса» [там же, с.166].

Таким образом, С. Г. Кара-Мурза по сути осудил марксизм в лице Энгельса за неприятие гипотезы тепловой смерти Вселенной и отстаивание идеи вечности движения, которой придерживались философы, начиная с Гераклита. Но это полбеда. Беда в том, что он противопоставляет мысли Карно второму началу термодинамики, между тем как более полутора веков считается, что С. Карно открыл именно второе начало термодинамики. С. Г. Кара-Мурза пишет, что Маркс воспринял идеи Карно, но у нас нет данных о том, что Маркс был знаком с этими идеями: в «Капитале» нет ссылок на работу С. Карно, а имя С. Карно не встречается в письмах Маркса и Энгельса.

Думается, своими рассуждениями о марксизме и термодинамике С. Г. Кара-Мурза ярко продемонстрировал «то травмирующее действие, которое оказывает идеология на деятельность ученого» [там же, с.11], если он обличает классиков марксизма.

Наряду с этим общим принципом механическая теория тепла поставила второй, малоутешительным образом ограничивающий первый, – так называемый второй закон механической теории тепла. Это положение формулируется следующим образом: работа и видимая живая сила могут безусловно переходить одна в другую и без всяких ограничений превращаться в теплоту; наоборот, обратное превращение теплоты в работу или видимую живую силу или совсем невозможно, или возможно только отчасти... Энергия в форме тепла часто обозначается как рассеянная или деградированная энергия. Таким образом, второй закон констатирует непрерывный рост деградации энергии, пока наконец не прекратятся все видимые движения во Вселенной» [128, с.10-11].

О. Д. Хвольсон (1923 г.): «Тепловая энергия есть энергия движения неправильного, беспорядочного; это движение представляет крайнюю противоположность движению данного тела (системы молекул), как целого, при котором скорости всех частиц тесно связаны между собою...

Тепловое движение частиц есть движение наиболее вероятное. Всякое не-тепловое движение материи должно иметь стремление к переходу в движение тепловое. Такой переход вызывается малейшими причинами, расстраивающими не-тепловое, т. е. более или менее упорядоченное движение. Иначе:

Не-тепловая энергия движения материи имеет стремление перейти в энергию тепловую. Такой переход мы наблюдаем при всяком ударе, при трении и т. д. Энергия тепловая лишь при исключительных условиях, так сказать, искусственно, может быть преобразована в не-тепловую энергию движения материи» [616, с.2-3].

Н. В. Кашин (1925 г.): «Условием возможности всякого преобразования энергии является качественное ухудшение (деградация) части энергии, которое понимаем, как понижение способности этой части энергии к дальнейшим превращениям» [311, с.414].

Б. М. Гессен (1928 г.): «...В фундаменте современного естествознания лежит не только закон сохранения энергии, но и закон рассеяния энергии» [204, с.15-16].

И. А. Каблуков (1934 г.): «Все виды энергии могут совершенно свободно и сполна превращаться в тепловую, последняя же только в известных случаях может целиком переходить в химическую, при переходе же ее в механическую или электрическую энергию часть ее остается в виде тепла, падая только с более высокой температуры на более низкую. Вследствие этого происходит непрерывное увеличение теплового движения за счет других форм энергии и постепенный переход теплоты от тел высокой температуры к телам более низкой температуры» [298, с.238].

К. А. Путилов (1939 г.): «В качестве первого и второго начал термодинамики приняты два главенствующих закона физики, смыкающие физику с общими вопросами философии – закон сохранения энергии и закон деградации энергии» [503, с.38].

П. Лаберенн (1953 г.): «...Теплота должна рассматриваться как низшая или деградированная форма энергии; она не может целиком превращаться в механическую работу» [364, с.153].

Г. Н. Алексеев (1966 г.): «Таким образом, качество энергии характеризуется степенью упорядоченности и степенью концентрации ее. Чем более упорядочена и чем более концентрирована энергия, тем, естественно, выше возможность ее применения, ибо перейти от упорядоченности к беспорядку и от высокой концентрации к низкой ничего не стоит, обратный же переход может быть осуществлен только при затрате энергии.

Однако все виды энергии постепенно деградируют — их упорядоченность и особенно концентрация уменьшается и постепенно сходит на нет. Деградация всех видов энергии происходит одним, единственным путем — превращением их в тепловую хаотическую и рассеяния последней (т.е. уменьшением концентрации до концентрации тепла в окружающей среде на Земле — воде океанов, морей и в атмосфере» [70, с.45].

Д. П. Гохштейн (1963 г.): «Энергия бывает разной ценности. Два количества энергии могут быть равны между собой по количеству калорий, но разными по пригодности к преобразованию в другие виды» [213, с.15].

«Деградация энергии сопровождается любой реальный процесс» [там же, с.13]. «Позволяя нам использовать тепло для получения работы, природа как бы налагает на нас «налог» в виде отдачи обесцененной энергии окружающей среде... Между ростом количества обесцененной энергии и энтропией системы имеется четко установленная прямая связь. Если выбрать изолированную от других систему, то легко представить, что протекание необратимых (т.е. реальных) процессов в ней будет вызывать рост ее энтропии, который прекратится тогда, когда исчезнет всякая возможность использования энергии и последняя станет полностью обесцененной, т.е. непревратимой в другие виды. При этом энтропия достигнет своего максимума, а систему постигнет «тепловая смерть» [там же, с.16].

«Химическая, механическая и электрическая энергия могут целиком переходить в другие виды энергии (в том числе и в тепло); тепло же не в состоянии полностью перейти в другие виды энергии. А тепло, попавшее в окружающую среду, не может даже частично перейти в другие виды энергии» [там же, с.40]. «Невозможность полного перехода тепла в другие виды энергии и составляет ту специфичность тепла, которая ему присуща» [там же, с.41].

П. Шамбадаль (1967 г.) «Работа может быть преобразована в тепло без остатка..., тогда как обратное превращение может быть только частичным. ...Работа представляет собой как бы более «благородную форму энергии, чем тепло» [630, с.28-29].

И. Пригожин, И. Стенгерс (1984 г.): «Тепло и механическая энергия эквивалентны с точки зрения сохранения энергии..., но отнюдь не второго начала... Коротко говоря, механическая энергия более «высокого сорта» (более когерентна), чем тепло и всегда может быть превращена в тепло. Обратное неверно» [496, с.354].

Эти и другие высказывания такого рода можно резюмировать следующим образом.

1. Закон превращения форм движения не является абсолютным: условия и направление превращений энергии устанавливаются вторым законом термодинамики [114, с.84-86, с.101-103; 429, с.44; 442, с.15-16; 464, с.87-88; 465, с.177; 473, с.85; 559, с.35; 657, с.96].

2. Формы движения (виды энергии) различаются по своей способности к превращению в другие формы, причем тепловая энергия – это энергия низшего (второго) сорта, малоэффективная, неполноценная, деградированная форма энергии; она не способна полностью ¹ превращаться в другие формы энергии [87, с.36-37; 108, с.24; 114, с.84-86, с.101-103; 128, с.10-11; 137, с.154-159; 213, с.12-16, с.40-41; 246, с.118; 298, с.238-239; 357, с.194; 496, с.354, 567, с.40; 652, с.258; 657, с.96].

3. Деградация (рассеяние, диссипация) энергии происходит во всех реальных (природных) процессах и означает превращение части энергии в тепловую [70, с.45; 176, с.218; 213, с.13, с.88; 505, с.73].

4. В некоторых условиях энергия полностью теряет способность к дальнейшим превращениям [195, с.15-16, с.88; 213, с.12]. «Энергия может быть и *неработоспособной*» [140, с.123], «покоющейся» [464, с.87-88; 465, с.187], а теплота – «совершенно неработоспособной» [140, с.157].

5. Ограничения на превращение тепла в иные формы энергии накладывает второй закон термодинамики [195, с. 15-16; 205, с.109; 321, с.163-164; 321, с.163-164; 322, с.286; 442, с.15-16; 484, с.84; 488, с.453; 527, с.15; 546, с.135; 588, с.32; 630, с.26].

6. Вывод о качественной потере, т.е. деградации, рассеянии, диссипации энергии не просто следует из второго закона термодинамики, для многих авторов второй закон термодинамики – это закон деградации (рассеяния, рассеивания, диссипации) энергии (см. например [137, с.154-160; 165, с.155-161; 166, с.175-176; 168, с.70; 291, с.47; 357, с.194-195; 503, с.38; 500, с.235, 504, с.101-103; 567, с.40-41]) ².

Таким образом, можно утверждать, что в термодинамике, этой науке «о закономерностях превращения энергии» [326, с.4], на протяжении полутора веков господствуют воззрения, противоречащие идеям Энгельса о превращении форм движения, господствуют воззрения, на основе которых Энгельс делал заключение о грядущей тепловой смерти Вселенной.

На основе этих представлений ряд авторов утверждал, что во Вселенной происходит увеличение доли тепла за счет других видов эне-

¹ Явным преувеличением является утверждение: «Не было известно естественного, природного пути превращения теплоты в другие формы движения» [576, с.101]

² А лауреат Нобелевской премии Л. Купер назвал одну из глав своей книги «Тепловая смерть (Второе начало термодинамики)» [361, с.368].

гии, что со временем вся энергия превратится в тепловую, а Вселенную постигнет тепловая смерть (см. [87, с.36-37; 128, с.10-11; 190, с.377-378; 195, с. 15-16, с.88, 428, с.65]).

Следует отметить, что философы в СССР, которые часто выступали против гипотезы тепловой смерти Вселенной, редко критиковали положения о деградации (рассеянии, диссипации) энергии, хотя, как было показано выше, эти положения резко противоречат воззрениям Энгельса. Одним из немногих исключений является доклад, который в 1952 г., сделал И. В. Кузнецов в Институте философии АН СССР, где есть слова:

«Сутью антинаучной «теории» тепловой смерти Вселенной является утверждение, будто энергия, количественно сохраняясь, постепенно «деградирует», теряя свою способность к превращениям, и все процессы во Вселенной якобы в конце концов останавливаются, и мир «умирает». Эта «теория» деградации энергии имеет своим логическим следствием не только признание «конца мира», но и его «начала», его «творения»: «часы Вселенной, прежде чем остановиться, должны были кем-то быть «заведены», – а это и есть чудо божественного творения» [355, с.238].

И. В. Кузнецов привел ряд цитат, в частности, из курса физики Н. В. Кашина: «При реальных процессах преобразование энергии всегда сопровождается рассеянием (деградацией) части энергии, которое понимаем, как понижение способности этой части энергии к дальнейшим превращениям» [312, с.414], и охарактеризовал такие взгляды как «порочные», «антинаучные, непримиримо противоречащие основам диалектико-материалистического мировоззрения»¹ [355, с.239].

Однако позже в сочинениях советских философов можно было прочитать, что второе начало термодинамики «выражает собой только то, что все процессы природы имеют определенную направленность, поскольку все они идут в сторону постепенного рассеяния энергии»² [318, с.234]; что «в нашем непосредственном окружении направление времени, поскольку речь идет о его физических основах, определяется... переходом энергии от форм с высокой лабильностью и способностью превращаться в другие формы в направлении к тепловой форме движения материи» [407, с.236] (иначе говоря, потеря энергией способности к превращениям столь же неотвратима, как движение от прошлого к будущему).

Множество других советских философов повторяли высказывания физиков о деградации (рассеянии, качественной потере) энергии,

¹ Ранее И. В. Кузнецов уже критиковал в печати этот курс физики [354].

² Надо полагать, учтя критику, Н. В. Кашин в третьем издании своего курса процитированное выше предложение изменил: «При реальных процессах *преобразования энергии* всегда сопровождаются рассеянием части энергии в форме теплоты, которое является причиной необратимости процессов» [313, с.328],

«второсортности» тепла как формы энергии (см. например [72, с.103-105; 211, с.156-158; 318, с.173-175, с.233-240; 407, с.236; 429, с.44-45; 582, с.294-302; 591, с.122-136]), однако – в противоположность Энгельсу – не делали из этого заключения о грядущей тепловой смерти Вселенной. Из этого можно сделать вывод, что советские философы перестали рассматривать положение о деградации (рассеянии, качественной потере, деградации) энергии как несовместимое с диалектическим материализмом. Думается, такой подход – попытка усидеть меж двух стульев, продиктованная нежеланием вступать в спор с физиками.

Философов можно понять. Ведь высказывания физиков о меньшей способности тепловой энергии к превращениям, или о деградации энергии, – не просто философски некорректные истолкования фактов, не оказывающие влияния ни на физику, ни на практику – вроде нашумевшего в начале XX века «материя исчезла».

В термодинамике введены физические величины, позволяющие дать количественную оценку этой способности (или неспособности) в том или ином случае. Эти величины, в отличие, например, от радиуса или возраста Вселенной, используются не кабинетными учеными в схоластических спорах, а инженерами в технических расчетах.

Одной из таких величин является энтропия – «понятие, впервые введенное в *термодинамике* для определения меры необратимого рассеяния энергии» [590, с.903-904] (см. также [87, с.33; 198, с.89; 280, с.44-45; 318, с.234; 587, с.282]). «Чем больше рассеивается, деградирует энергия, тем больше растет величина энтропии» [71, с.6-7] (см. также [213, с.16; 429, с.44; 591, с.125]).

В термодинамических расчетах применяются также величины свободная и связанная энергия, введенные впервые Г. Гельмгольцем, который писал: «Для химических процессов следует принять разделение сил сродства на две части, из которых одна способна свободно превращаться в иные формы работы, а другая превращается лишь в теплоту. Поэтому я позволю себе в последующем для краткости называть обе эти части энергии свободной и связанной энергией» (цит. по [512, с.88-89]) (см. также [298, с.254]). Эти величины связаны с энтропией. Математически связанная энергия выражается произведением энтропии тела на его абсолютную температуру.

Для анализа процессов преобразования энергии в энергетических установках применяются величины эксергии (максимальной полезной работы, работоспособности) и анергии (см. например [246, с.158-163; 294, с.110-119; 326, с.94-96]).

«Всякий энергетический ресурс окажется состоящим из двух слагаемых: первое, названное эксергией, даст предельную работу, какую можно произвести в идеальном случае, второе определит оставшуюся принципиально не превращенной в работу часть энергетического ресурса. Для этого второго слагаемого предложен термин *анергия*» [246, с.159].

Соответственно, критикуя положения о деградации энергии и «второсортности» теплоты как формы движения, нельзя не обойтись без критического рассмотрения «мер рассеяния» энергии и критериев ее «работоспособности».

Но прежде чем приступать к критике сомнительных с точки зрения диалектики положений термодинамики, касающихся закономерностей превращения энергии, следует выяснить, не критиковались ли они раньше. Классическая термодинамика существует полтора века. Если положения такого рода, как утверждение о деградации энергии, являются ошибочными, то в литературе должна быть их критика.

Физики против «деградации» энергии

Положение о рассеянии (обесценении) энергии на протяжении многих лет критиковалось Максом Планком, который был не только одним из основателей квантовой физики, но и внес заметный вклад в развитие классической термодинамики.

В одной из статей Макс Планк писал:

«Но что я категорически отрицаю и против чего я всегда боролся, это положение, сформулированное г-ном Хевисайдом по поводу универсального рассеяния энергии. Если верно, что энергия идеального газа зависит только от температуры, но не от объема, тогда энергия смеси газов по окончании процесса их взаимной диффузии должна остаться в точности такой, какой она была до начала диффузии. Где же здесь рассеяние энергии? Этот пример, во всяком случае, требует пояснения.

Я прекрасно понимаю, что в целях сохранения положения о рассеянии энергии можно ввести понятие «доступной» или «свободной» энергии, как это было сделано лордом Рэлеем и Гельмгольцем. Но действительно ли закон «потери доступности энергии» является универсально верным законом? Ни в коем случае, ибо он справедлив только для изотермических процессов (т.е. процессов, протекающих при постоянной температуре, — В. И.). Когда изменяется температура, свободная энергия может увеличиваться в такой же мере, как и уменьшаться, при условии, разумеется, что мы придерживаемся одного и того же определения свободной энергии, а не вводим для каждого специального рода процессов новое определение, как это иногда фактически делалось» [483, с.109-110].

В курсах термодинамики и теоретической физики М. Планка есть такое рассуждение:

«Сущность второго начала пытаются иногда еще и теперь видеть в тенденции процессов природы к «обесценению» энергии. Согласно этому воззрению, механическая энергия может быть превращена в теплоту полностью, теплота же в механическую энергию, напротив, только частично; превращение некоторого количества теплоты в механическую энергию всегда сопровождается другим превращением, например: переходом неко-

того другого количества теплоты от более высокой температуры к более низкой; это второе превращение служит компенсацией первого.

Такое представление, пригодное в некоторых частных случаях, нисколько, однако, не передает сущности дела. Это можно показать на следующем простом примере. Пусть мы имеем некоторый газ. Дадим ему расширяться и производить работу и будем в то же время поддерживать его температуру постоянной, заимствуя для этого тепло из резервуара, находящегося при более высокой температуре.

В этом случае можно сказать, что тепло, отдаваемое резервуаром, полностью превращается в работу, так как температура газа, а вместе с ней и его энергия остаются постоянными и никаких других превращений энергии при этом не происходит.

Против этого утверждения нельзя привести никаких фактических данных» [480, с.44]. (См. также [479, с.89-90]).

Эту точку зрения разделял А.Зоммерфельд:

«Планк возразил (конечно, правильно) против мнения энергетиков, что сущность второго начала термодинамики заключается в тенденции энергии к «обесцениванию». Правда, во многих случаях увеличение энтропии означает уменьшение имеющегося температурного перепада и, следовательно, также уменьшение работы, которую можно получить за счет передачи тепла. Однако Планк приводит сам собой напрашивающийся пример полного превращения тепла в работу, а именно изотермическое расширение газа с подведением тепла от источника с высокой температурой при полном использовании давления газа для совершения работы. В этом процессе энергия не будет «обесцениваться», а, наоборот, будет становиться «ценнее» (тепло полностью превращается в работу» [266, с.56-57].

Таким образом, либо авторы, которые пишут о невозможности полного превращения тепла в работу, а также о невозможности превращения тепла в работу при постоянной температуре, не знакомы с курсами термодинамики Планка или Зоммерфельда, либо утверждение о возможности полного превращения тепла является ошибочным.

Если многие авторы утверждали, что в природе процесс превращения всех видов энергии в теплоту преобладает над обратным, то К. А. Путилов писал:

«...Как известно, процесс превращения тепла в работу и в природе, и в технике происходит весьма часто. Было бы ошибочным считать, что он имеет меньшую распространенность, чем процесс превращения работы в тепло. Напротив, превращение тепла в работу в природе встречается *столь же часто*, как и переход работы в теплоту. На поверхности земного шара ветры, дожди, реки, водопады производят непрестанно работу за счет теплоты, которую доставляет Солнце. Поэтому нельзя рассматривать процессы перехода работы в теплоту как правило, а процессы превращения тепла в работу как исключение. Выражаясь фигурально, природа имеет одинаковую склонность как к тем, так и к другим процессам» [503, с.61].

Интересно отметить, что А. И. Вейник одно время, по сути, признавал положение о рассеянии энергии, а потом переименовал свою точку зрения. В первом и втором изданиях своего курса термодинамики в параграфах под названием «Теплота диссипации» [165, с.155-161] и «Закон диссипации» [166, с.175-176] А. И. Вейник писал:

«Преобразование форм движения материи, связанное с эффектом внутреннего трения, всегда происходит в одном направлении (все другие формы движения превращаются в термическую форму движения) и никогда — в обратном. Из-за этого обесцениваются другие формы движения, происходит как бы их «рассеяние» в окружающей среде через посредство термической формы движения» [165, с.160-161; 166, с.175-176] (см. также [168, с.70]).

Если не обращать внимания на слова «как бы», то перед нами одна из формулировок положения о деградации (рассеянии) энергии, из которой можно вывести заключение о тепловой смерти Вселенной. Однако в третьем издании этого же курса в главе «Закон диссипации» утверждается иное:

«Эффект диссипации представляет собой своеобразный вид взаимодействия различных форм движения материи. Это своеобразие состоит в том, что формы движения в процессе распространения характеризующих их зарядов превращаются только в одну — термическую, — или эта термическая форма движения превращается во все остальные. Назовем рассматриваемый вид превращений (и соответственно рассматриваемый вид движения) диссипативным» [169, с.202].

В указанных превращениях теплота может «в равной мере как выделяться, так и поглощаться» [170, с.91]. Разумеется, при таком понимании диссипации от диссипации остается только название: из множества процессов взаимного превращения форм движения те, в которых появляется или исчезает теплота, названы эффектом диссипации. Думается, такое название здесь совершенно неуместно, эти процессы лучше назвать процессами превращений теплоты, убрав из названия даже воспоминания о диссипации (деградации) энергии¹.

В монографии «Термодинамическая пара» А. И. Вейник писал:

«Парадокс тепловой смерти мира, или деградации Вселенной, заключается в том, что, по Клаузиусу, в природе возможны процессы только одного направления — с выделением теплоты трения, возрастанием энтропии, установлением равновесия. В результате все элаты (элементарные формы движения (виды энергии), — В. И.) рано или поздно превратятся в термическую и в ней найдут свою смерть, т.е. наступит всеобщее равновесие, абсолютный покой. Но, согласно общей теории, в природе не ме-

¹ В монографии «Термодинамическая пара» А. И. Вейник сделал следующий шаг на пути отказа от положения о диссипации энергии: закон диссипации здесь называется «законом экранирования (диссипации)» [170, с.86-96].

нее распространены процессы прямо противоположного направления — с уничтожением теплоты трения, т.е. с нарушением равновесия. Поэтому тепловой смерти мира быть не может» [170, с.267].

Разумеется, трудно поверить в то, что «фактически человек сталкивается с поглощением теплоты диссипации на каждом шагу» [170, с.91], однако при рассмотрении вопроса о судьбах Вселенной нужно принимать во внимание не только повседневный опыт. Если учесть, что против господствующих воззрений о деградации энергии высказался зрелый ученый, первоначально разделявший эти воззрения, то это еще один повод усомниться в истинности этих воззрений.

Нельзя не сказать о том, что за последние полвека опубликовано довольно много статей и книг (см. например [171, с.447-479; 264; 395; 462; 463; 469, с.188-294; 538; 539]), где не только отрицаются ограничения на преобразования энергии, вытекающие из второго закона термодинамики, но и делаются намного более сильные выводы, а именно — о возможности преобразования в электрическую и механическую энергию теплоты, рассеянной в окружающей среде, т.е. о возможности создания устройств (машин), в которых осуществляется процесс, обратный «рассеянию» энергии, процесс, названный П. К. Ощепковым [469] процессом концентрации энергии, соответственно, о возможности создания так называемых вечных двигателей второго рода ¹.

Эти работы вызывали резкую критику со стороны специалистов в области энергетики (см. например [140, 554, 641]).

Таким образом, выступая против деградации энергии, автор должен рассмотреть и споры о возможности создания вечных двигателей второго рода, коль скоро в них затрагивается вопрос о существовании ограничений на превращение теплоты в другие формы движения.

Как бы то ни было, по вопросам деградации (рассеяния) энергии, «второсортности» теплоты как формы энергии, возможности обращения процесса рассеяния энергии в литературе имеются противоречивые высказывания. Чтобы разрешить эти противоречия, необходимо обращаться к анализу фактов.

Возникает вопрос: каких фактов? Всех. В том числе и тех, о которых сообщают изобретатели вечных двигателей второго рода. Но в последнюю очередь. Ведь за полтора века, которые прошли с тех пор, как был сформулирован второй закон термодинамики, физики и инженеры много сил и времени уделили изучению преобразований и преобразователей теплоты. Надо полагать, за это время почти все факты, касающиеся теплоты, во всяком случае, ее превращений в технических устройствах, стали известны. И если сегодня специалисты утвер-

¹ Одна из формулировок второго закона термодинамики (которую в свое время предложил В. Оствальд) гласит: вечный двигатель второго рода невозможен (см. например [503, с.62]).

ждают, что теплота (тепловая энергия) есть энергия второго сорта, что она не может полностью превратиться в другие формы энергии, то вряд ли такой вывод можно опровергнуть на основании каких-то новых фактов, полученных в каких-то экзотических устройствах, вроде вечных двигателей второго рода. Имея в виду проверку истинности господствующих воззрений на закономерности превращения теплоты в другие формы движения, можно утверждать, что «...здесь эмпирические методы оказываются бессильными, здесь может оказать помощь только теоретическое мышление» [10, с.367], здесь именно тот редкий случай, когда рассуждения нельзя заменить никакими опытами.

Ведь, по мнению подавляющего большинства специалистов, «неполноценность» тепловой энергии, невозможность ее полного превращения в другие виды энергии есть существенное свойство теплоты. Можно сказать, что суждения «теплота есть деградированная энергия», «теплота неспособна полностью превращаться в другие формы энергии», по мнению специалистов, есть **суждения понятия**. А такие суждения нельзя опровергнуть, просто сославшись на какие-то факты.

Опровергнуть такого рода суждения можно одним способом. Необходимо показать, что сомнительные, в свете воззрений Энгельса, положения о закономерностях преобразования теплоты в другие формы движения из известных фактов **не следуют**, что при получении такого рода утверждений были допущены ошибки.

Неужели возможно, спросит читатель, чтобы классики термодинамики допустили, а специалисты допускают сегодня серьезные ошибки в рассуждениях по поводу закономерностей преобразования теплоты?

Да. Энгельс указывал: «точное представление о вселенной ... может быть получено только диалектическим путем» [14, с.22]. Между тем специалисты в области термодинамики, как и подавляющее большинство физиков и инженеров, не знают как следует и не применяют сознательно материалистическую диалектику в своих исследованиях. Поэтому нельзя исключать того, что они ошиблись при анализе фактов и своей практики и сделали ошибочные выводы в отношении закономерностей превращений теплоты ¹.

Чтобы найти эти ошибки, приступим к анализу рассуждений, в которых появляются заключения о «второсортности» теплоты как формы энергии, о невозможности полного превращения теплоты в другие формы движения и т. п.

¹ У Энгельса есть весьма критичные замечания по поводу мышления классиков термодинамики. Он писал: «Но Гельмгольц, каким бы отличным экспериментатором он ни был, в качестве мыслителя не имеет, конечно, ни малейших преимуществ перед Дюрингом» [55, с.216]. Об одной книге В. Томсона и П. Г. Тейта Энгельс высказался так: «В книге этих двух шотландцев мышление запрещено; здесь разрешается лишь производить вычисления» [10, с.413].

Об ограничениях на преобразования теплоты

Ограничения, которые второй закон термодинамики накладывает на преобразования теплоты (тепловой энергии)¹ в другие виды энергии, рассматриваются во всех курсах термодинамики. Эти ограничения сжато и ясно рассмотрены в статье «Второй закон термодинамики и энергетика» [118], во вводном разделе которой сказано:

«Коэффициент полезного действия тепловых электростанций не превышает 40%. Еще ниже к. п. д. атомных электростанций...

Чем же объяснить столь низкий к. п. д. современных электростанций и каковы возможности его повышения? ...

Схема любой электростанции предусматривает цепь последовательных преобразований энергии. Так, на ТЭС в процессе сжигания топлива химическая энергия превращается в тепловую. Далее тепловая энергия преобразуется в механическую, а последняя — в электрическую. На АЭС

¹ Автор, как и подавляющее большинство физиков, как и классики термодинамики — Р. Клаузиус, В. Томсон, М. Планк, Л. Больцман и др.), теплотой называет ту форму движения материи, «которая обнаруживается для наших чувств в качестве теплоты» [10, с.441], которую в литературе называют еще «тепловой энергией», «теплом», «тепловым движением».

Между тем, в современных курсах термодинамики можно прочитать, что теплота — это не вид энергии, а одна из двух **форм передачи энергии** от одного тела к другому. Теплота «представляет собой микрофизическую форму передачи энергии от одного тела к другому, путем непосредственного молекулярного взаимодействия, т. е. посредством обмена энергией между хаотически движущимися частицами обоих тел. Работа в отличие от теплоты представляет собой макроскопическую упорядоченную форму передачи энергии путем взаимного действия тел друг на друга» [101, с.26]. По-видимому, пионером в таком понимании теплоты был К. А. Путилов (см. [503, с.40-54]), за что в свое время подвергался критике [643]. Странники такого толкования термина «теплота» почему-то не задают простой вопрос: если теплота — форма передачи энергии, имеющая место при контакте в различной степени нагретых тел, то что означает термин «теплопередача»? Если работа — это макроскопическая форма передачи энергии, то какие макроскопические движения происходят, когда совершается **химическая работа**?

Понятие работы обсуждалось нами в гл.2. Чтобы не повторяться, приведем правильное определение работы, которое еще не цитировали: «Процесс перетворения энергии, переходу одной формы в другую форму называется работою» [249, с.87] (Процесс превращения энергии, перехода одной формы движения в другую форму называется работою — укр.). Соответственно, теплота может совершать работу, превращаясь в другую форму движения, но не может превращаться в работу.

Но так как в курсах термодинамики превращение теплоты в механическое движение называют превращением теплоты в работу, а обратный процесс превращением работы в теплоту, автор употребляет выражения «превращение теплоты в работу» и «превращение работы в теплоту», обозначая ими взаимные превращения тепловой и механической энергии.

ядерная энергия также сначала преобразуется в тепловую и лишь затем в механическую и далее в электрическую... **Объективные закономерности, отражающие особые свойства тепловой энергии, нашли свое отражение во втором законе термодинамики. Именно этот закон накладывает определенные ограничения на процессы преобразования тепловой энергии и в конечном итоге обуславливает относительно низкий к. п. д. электростанций**» (выделено мной – В.И.) [118, с.33].

Далее, в разделе «Второй закон термодинамики и преобразование тепловой энергии» говорится:

«В энергетике нас интересует в первую очередь преобразование тепловой энергии в механическую. Рассмотрим простейшее устройство, предназначенное для этой цели.

Пусть имеется некий резервуар тепловой энергии (нагреватель), находящийся при температуре T_1 , а также цилиндр с поршнем, заполненный газом – рабочим телом. Последнее, получая тепло от нагревателя и расширяясь, превращает тепловую энергию в механическую. Наибольшая работа расширения (при заданном изменении объема) будет получена, если давление и тем самым температура рабочего тела в процессе расширения также будут наибольшими. Эти требования соответствуют изотермическому расширению при температуре рабочего тела T , предельно близкой к T_1 ...

Рассмотренное устройство допускает лишь одноразовое превращение тепловой энергии в механическую и поэтому не является тепловой машиной. Для многократного повторения процесса, т. е. обеспечения циклического действия, необходимо после расширения предусмотреть сжатие рабочего тела до первоначального объема, что потребует затраты механической энергии. Если сжатие будет производиться при той же температуре T , то результирующей полезной работы мы не получим. Затраты на сжатие будут тем меньше, чем ниже температура сжимаемого рабочего тела. Следовательно, последнее перед сжатием необходимо охладить и отбирать от него тепло во время сжатия. Для этого требуется третье тело (холодильник) с температурой $T_2 < T_1$, которому придется отдать часть тепла, полученного от нагревателя. Тем самым показано, что тепловая машина не может превратить все полученное тепло в механическую энергию. **Для обеспечения цикличности действия машины часть тепла обязательно должна быть отдана третьему телу – холодильнику**¹. Это положение является одной из частных формулировок второго зако-

¹ Некоторые авторы вместо слов «для обеспечения цикличности действия» пишут «чтобы двигатель работал непрерывно» или «чтобы процесс преобразования теплоты в работу происходил непрерывно», демонстрируя тем самым весьма своеобразное представление о непрерывности. Они называют непрерывным процесс преобразования теплоты в работу, состоящий – в случае цикла Карно – из четырех процессов, из которых собственно преобразованием теплоты в работу является только один процесс, происходящий при изотермическом расширении рабочего тела (более подробно см. ниже). Если такой процесс можно назвать непрерывным, тогда Солнце освещает Киев (и Москву) непрерывно.

на термодинамики, предложенных применительно к теории тепловых машин» (выделено мной – В.И.) [118, с.37].

Подобные рассуждения, только более подробные, есть в курсе «Молекулярная физика» А. К. Кикоина и И. К. Кикоина, в параграфе «Преобразование теплоты в механическую работу» [322, с.254-257].

Ограничения на преобразование теплоты в работу детально рассмотрены А. А. Гухманом [222], в главе «Проблема теплового двигателя», в которой, в частности, сказано:

«...одной из важнейших особенностей циклических изменений состояния системы является неразделимость двух следствий ее взаимодействия с окружающей средой – преобразования теплоты в работу и переноса теплоты с более высокого температурного уровня на более низкий. Это означает, что количество теплоты, получаемое системой из окружающей среды, возвращается в окружающую среду частично в виде работы и частично в виде теплоты более низкой температуры. Таким образом, уравнение, определяющее конечный результат действия системы, представится в виде

$$Q' = L + Q'', \text{ или } L = Q' - Q''.$$

Здесь Q' и Q'' , как и раньше, – количества теплоты, полученной системой из окружающей среды и отданной в окружающую среду соответственно. ...Количество теплоты Q'' , возвращаемой в процессе преобразования окружающей среде в виде теплоты, должно быть оценено как чистая потеря – потеря неустранимая, обусловленная самой структурой процесса. Но ценой потери преобразующая система освобождается от ограничения длительности ее действия. В этом смысле можно сказать, что количество теплоты Q'' есть плата за возможность создать условия, необходимые для непрерывного сколь угодно длительного действия системы.

...Основной вывод из сказанного заключается в том, что в тепловом двигателе может быть полезно использована – превращена в работу – только часть того количества теплоты, которое заимствуется им из теплового источника» (выделено мной – В. И.) [там же, с.185-186].

Коротко изложим основные положения процитированных фрагментов. Простейшее устройство, с помощью которого можно преобразовать теплоту (тепловую энергию) в механическое движение – цилиндр с поршнем, заполненный рабочим телом – газом. При изотермическом расширении (идеального) газа подводимая к нему теплота полностью превращается в работу (механическое движение). Однако расширение газа не может продолжаться сколь угодно долго (бесконечно) ¹. Чтобы тепловой двигатель работал неограниченно долго, после расширения газа в каких-то пределах необходимо вернуть поршень в исходное положение и повторить расширение. Чтобы вернуть поршень в исходное положение, газ необходимо сжать. Если газ сжимать при той же температуре, при которой он расширялся, на сжатие

¹ Кроме того, в земных условиях давление газа в цилиндре должно превышать атмосферное.

будет затрачено (в идеальном случае) столько работы (механической энергии), сколько было получено при расширении и после возврата системы в исходное состояние полезный эффект (работа, полученная в круговом процессе) будет равен нулю.

Чтобы после возвращения рабочего тела в исходное состояние работа отличалась от нуля, сжатие необходимо производить при более низкой температуре, чем расширение, соответственно, при более низком давлении. Но так как давление газа не может равняться нулю, на сжатие затрачивается часть работы, полученной на первой стадии цикла – в ходе расширения газа. Эта работа превращается в теплоту, которая поглощается холодильником. Поскольку в работу превращается не вся теплота, заимствованная от нагревателя, коэффициент полезного действия теплового двигателя всегда ниже 100%.

Обсуждение ограничений на преобразование теплоты

Основываясь на изложенном выше анализе процессов превращения теплоты (тепловой энергии) в механическое движение (в работу), в тепловом двигателе, прежде всего следует сделать заключение об ошибочности следующих положений, которые часто встречаются в литературе:

- теплота превращается в работу только при наличии двух тел с различной температурой (для получения работы из теплоты нужен не только источник теплоты (нагреватель), но и холодильник);
- теплота не может полностью превратиться в работу;
- необходимым условием превращения теплоты в работу является переход части теплоты к холодильнику.

Все эти ограничения касаются преобразования теплоты (тепловой энергии) в работу (механическую энергию) в тепловых двигателях, в которых осуществляются круговые процессы (циклические изменения состояния рабочего тела). Если преобразование тепловой энергии в механическую происходит не в круговом процессе все названные ограничения **недействительны**. В частности, при **изотермическом расширении идеального газа холодильника нет, двух тел с различной температурой нет, перехода теплоты к холодильнику нет, теплота, которую отдает нагреватель, превращается в работу полностью**, на что в свое время обратил внимание М. Планк. Соответственно, те авторы, которые «забыли» сообщить читателям, что перечисленные выше ограничения касаются преобразования теплоты в работу при помощи круговых процессов (например [140, с.119-124; 149, с.50-51; 292, с.89; 367, с.207; 321, с.163-165; 545, с.24; 614, с.28; 651, с.62; 652, с.258]), вольно или невольно вводят читателей в заблуждение.

Имея в виду то обстоятельство, что на основании особенностей превращения теплоты в другие формы энергии делали вывод о грядущей тепловой смерти Вселенной, заметим, что в природе преобразование тепловой энергии в другие формы энергии происходит не в тепловых двигателях и не в круговых процессах. Соответственно, названные ограничения на преобразование тепловой энергии недействительны для природных процессов.

Помня о существовании названных ограничений на превращение теплоты в другие формы движения и забывая о том, что они касаются круговых процессов, многие авторы пишут примерно так: «все виды энергии легко превращаются в тепловую, обратный же процесс связан с определенными трудностями и требует дополнительной затраты энергии» [88, с.39], подчинен ряду ограничений.

Автор предлагает тем, кто так считает, превратить полностью в теплоту потенциальную энергию кирпича, находящегося на высоте 100 м. Если кирпич просто сбросить с такой высоты, то часть его потенциальной энергии при ударе о твердую поверхность превратится в звук, часть уйдет на разрушение кирпича. Чтобы потенциальная энергия кирпича полностью превратилась в теплоту, придется делать специальное устройство. Проще, чем тепловой двигатель, но все же демонстрирующее, что полностью превратить механическую энергию в тепло не всегда просто. Еще труднее превратить полностью в теплоту кинетическую энергию тела, движущегося со скоростью нескольких километров в секунду...

Кстати, К. Э. Циолковский отмечал:

«Но и последняя (т. е. механическая работа) никогда на практике целиком не переходит в одно тепло, одно электричество, свет и проч. Возьмем, например, механическое трение. Тут кроме тепла обязательно получается электричество; может, конечно, получиться и свет» (цит. по [191, с.25]).

У многих авторов можно встретить рассуждение вроде следующего:

«...Существуют определенные ограничения при превращении теплоты в работу. Если бы этого не было, то можно было бы построить машину, которая смогла бы путем охлаждения окружающих тел превращать взятую из окружающей среды теплоту в работу.

Так как запас тепловой энергии, содержащийся в земле, воде и атмосфере, практически неограничен, то такая машина была бы для всех практических целей эквивалентна *perpetuum mobile*. Такую гипотетическую машину называют *perpetuum mobile* второго рода.

Второй закон термодинамики исключает возможность построения *perpetuum mobile* второго рода» [588, с.32] (см. также [292, с.88-89]).

При этом почему-то упускают из виду то, что Земля обладает не только практически неограниченным запасом тепловой энергии океанов и атмосферы. Имея массу $6 \cdot 10^{24}$ кг и двигаясь по орбите вокруг

Солнца со скоростью 30 км/с, Земля обладает кинетической энергией $2,7 \cdot 10^{33}$ Дж. Почему бы не использовать на благо человечества маленькую долю этой механической энергии? Ведь механическая энергия – энергия высокого качества и легко может быть преобразована в другие формы! Сегодня потребляемая человечеством мощность равна примерно $1,3 \cdot 10^{13}$ Вт. Если эту энергию получать за счет кинетической энергии земного шара, то после тысячи лет использования этой энергии скорость Земли уменьшится на одну тысячную! Чем не механический вечный двигатель второго рода?

Однако, по мнению автора, кинетическую энергию земного шара превратить в другие формы без затрат не удастся ¹. Более того, насколько автор может судить, невозможно без затрат энергии осуществить превращение, скажем, в теплоту, кинетической энергии какого-нибудь небесного тела Солнечной системы (если оно само не столкнется с другим телом) или космического аппарата, находящегося на орбите. Ведь для этого нужно направить навстречу заданному небесному телу (космическому аппарату) другое небесное тело или космический аппарат. А чтобы направить, нужно сообщить небесному телу (космическому аппарату) некоторую энергию.

Таким образом, по мнению автора, есть основания, в дополнение к закону «вечный двигатель второго рода (тепловой) невозможен», провозгласить новый закон: механический вечный двигатель второго рода невозможен. А если серьезно, то следует признать, что утверждения о легкости превращения механического движения в теплоту и трудностях обратного превращения сохранилось в науке исключительно в результате их бездумного повторения в течение полутора веков ².

¹ «В механике мы привыкли, что кинетическая энергия тела может быть целиком превращена в работу» [541, с.47]. Эта привычка, по-видимому восходит к Аристотелю и Птолемию, считавших Землю неподвижным центром мира. Но Земля вращается вокруг своей оси и движется по орбите вокруг Солнца, которое движется вокруг центра Галактики, которая движется... Соответственно, пора привыкнуть, что кинетическую энергию тела невозможно целиком превратить в работу.

«Надо иметь также в виду, что полный переход теплоты системы в другую форму движения означал бы достижение системой абсолютного нуля...» [429, с.44]. Но почему тогда полный переход кинетической энергии тела в другую форму движения не означает достижения абсолютного нуля скорости?

² Если вспомнить, что всякая теория отражает не просто природу, а природу, преобразуемую практически, соответственно, является отражением некоторой практики, то можно предположить, что в положении «механическая энергия легко превращается в теплоту, а обратное превращение затруднено» нашла отражение практика фабричного механика XIX в., который знал, что превращение механического движения в теплоту происходит везде, где трущиеся детали плохо смазаны, а теплоты в механическое движение – только в паровой машине, зачастую, единственной на фабрике.

В главе «Преобразование энергии оптического излучения при взаимодействии с различными приемниками» учебника «Основы светотехники» читаем:

«...В разреженном газе... тепловое действие поглощенного излучения практически не наблюдается. Поглощаемая в этом случае энергия излучения превращается в энергию фотолюминесценции, химическую и др.» [414, с.253].

Знают ли об этом те, кто заявляет: «Все виды энергии легко и полностью превращаются в теплоту»? В разреженном газе излучение превращается в какие угодно формы движения, но не в теплоту! А если учесть, что во Вселенной объем межзвездного и межгалактического пространства, занимаемого разреженными газами, на несколько порядков больше объема, занимаемого звездами и планетами, то можно твердо заявить, что в огромных пространствах космоса условия для превращения излучения (а также механического движения) в теплоту крайне неблагоприятны ¹. Похоже, положение о легкости превращения всех видов движения в теплоту является истинным только для условий, окружающих человека на Земле.

Многие авторы сообщают о том, что в любых всех процессах превращения и передачи энергии, часть ее превращается в тепловую, из чего делают вывод об особых свойствах теплоты. Разумеется, все эти авторы знают о тепловом расширении тел. Но тепловое расширение тел, которое происходит всегда (если не приняты специальные меры), когда телу сообщается теплота, есть не что иное, как механическое движение. Всем известно также о том, что при нагревании газов и жидкостей в них возникают конвективные потоки, которые тоже есть не что иное, как механическое движение. Таким образом, положение о невозможности передачи энергию от одного тела к другому без того, чтобы часть ее не превратилась в теплоту, следует дополнить положением, согласно которому невозможно передать теплоту от одного тела к другому, без того, чтобы часть ее не превратилась в механическое движение (а также — в электрическое, химическое...).

К. А. Путилов в качестве простейшей формулировки второго начала термодинамики называет следующую: «*невозможен процесс, имеющий единственным своим результатом превращение тепла в работу*» [503, с.60] (см. также [588, с.33]) и дает такой комментарий:

¹ Этот пример не может окончательно опровергнуть то положение, что во Вселенной процессы преобразования всех форм движения в теплоту преобладают над обратными. Но он демонстрирует, что заключение о существовании каких-то тенденций в превращениях энергии во Вселенной нельзя обосновывать ссылкой на очевидные, всем известные факты, как это обычно делается. Подобное заключение может быть получено только на основе длительных исследований процессов превращения форм движения во Вселенной.

«Смысл приведенной формулировки второго начала термодинамики заключается в том, что невозможен процесс превращения тепла Q в работу A , если в итоге этого процесса состояние рабочего тела становится таким же, каковым было в начале процесса... ..Когда происходит преобразование работы в теплоту, дело может ограничиться изменением термодинамического состояния одного лишь теплополучающего тела (например, при нагревании путем трения); в противоположность этому всегда, когда происходит преобразование теплоты в работу, наряду с охлаждением теплоотдающего тела непременно происходит изменение термодинамического состояния еще одного или нескольких тел. В термодинамике это изменение термодинамического состояния рабочего тела или других привлекаемых к участию в процессе тел, называется *компенсацией* превращения тепла в работу. Указанный термин позволяет выразить второе начало следующим утверждением (вторая формулировка): *«невозможно превращение тепла в работу без компенсации»*.

Мы вправе были бы различать компенсацию двух родов. Будем говорить, что происходит *компенсация первого рода*, если в итоге процесса, когда теплота Q превращается в работу A , имеет место изменение термодинамического состояния рабочего тела. Пример – изотермическое расширение газа. Если газ идеальный, то при изотермическом расширении его внутренняя энергия остается, как известно, без изменений, и вся сообщаемая газу теплота нацело превращается в работу. Компенсацией этого превращения тепла в работу здесь является увеличение объема газа...

Для анализа работы тепловых машин всех конструкций (паровых – поршневых, паровых турбин, двигателей внутреннего сгорания, газовых турбин) является более важной компенсация второго рода, когда превращение Q в A компенсируется изменением состояния каких-либо новых тел, а состояние рабочего тела эпизодически возвращается к исходному. В качестве таких «дополнительных» тел в тепловых машинах обычно служат холодильники» [503, с.61].

Легко заметить, насколько уязвимыми для критики являются эти положения о компенсации. С тем же правом, с которым увеличение объема газа при изотермическом расширении считается компенсацией первого рода превращения теплоты в работу, уменьшение объема газа при изотермическом сжатии можно считать компенсацией первого рода превращения работы (механической энергии) в теплоту.

С тем же основанием, с которым переход теплоты к холодильнику в прямом цикле Карно считается компенсацией второго рода при превращении теплоты в работу, переход теплоты от холодильника к нагревателю в обратном цикле Карно можно считать компенсацией второго рода при превращении работы в теплоту.

Таким образом, формулировку второго закона термодинамики *«невозможно превращение тепла в работу без компенсации»* следует дополнить формулировкой *«невозможно превращение работы в тепло без компенсации»*.

Далее, если изменение параметра тела (увеличение объема газа) можно считать компенсацией происходящего процесса (превращения теплоты в работу), то уменьшение высоты тела (или увеличение его скорости) можно считать компенсацией превращения потенциальной энергии тела в кинетическую при его свободном падении. А так как никакой процесс в природе не происходит без изменения каких-либо параметров тел, участвующих в нем, то можно провозгласить и такой «закон»: никакое изменение в природе невозможно без компенсации.

Таким образом, положения о «компенсациях», о которых писал, в частности, К. А. Путилов, являются совершенно бессодержательными.

Интересно отметить, что в ряде курсов термодинамики пишут о деградации энергии **в изолированных системах** при их переходе «из одного состояния в другое с помощью неравновесных процессов» [294, с.65]. «Утрата энергией изолированной системы способности совершать работу рассматривается как обесценивание ее – деградация» [там же] (см. также [114, с.101-103]). Разумеется, если положение о деградации энергии относится только к изолированным системам, то в природных процессах не может быть деградации энергии, так как в природе нет изолированных систем.

В параграфе «Свободная энергия» курса [322] сказано:

«Представим себе некоторое тело, например газ, в котором могут происходить изотермически обратимые процессы расширения и сжатия. Для этого газ необходимо поместить в термостат., т. е. привести его в контакт с телом большой теплоемкости, температура которого постоянна. Расширяясь, газ может произвести механическую работу, следовательно, наша система, состоящая из термостата и газа, обладает некоторой энергией. Та часть энергии системы, которая при данных условиях может быть использована для преобразования в механическую работу, называется свободной энергией.

Система, значит, не может совершить работу, превышающую значение ее свободной энергии.

В этом смысле мы здесь имеем ситуацию, несколько отличную от механической системы. В механике, как известно, энергия тела или системы тел равна сумме потенциальной и кинетической энергий. Оба эти вида энергии макроскопических тел (а только такие тела рассматриваются в механике) могут быть целиком преобразованы в механическую работу. Внутренняя же энергия молекулярной системы в интересующем нас случае не может быть целиком превращена в работу» [322, с.268].

Итак, при постоянной температуре (в изотермическом процессе) в работу превращается часть внутренней энергии системы газ-термостат. Эта часть называется свободной энергией. Для механических систем ситуация другая – потенциальная и кинетическая энергия могут быть целиком преобразованы в работу.

Логика авторов изумляет. Система, на которую наложено ограничение (постоянство температуры) сравнивается с системой, на которую ограничения не наложены! Разумеется, если ввести ограничения на движение перемещающегося тела, то и в механику можно ввести понятие свободной энергии. Если потребовать, чтобы движения происходило при неизменной высоте, то свободной энергией пришлось бы считать кинетическую, а при постоянной скорости тела свободной энергией считалась бы потенциальная.

Следовательно, из того, что в работу превращается только так называемая свободная энергия, вывод о «второсортности» теплоты как формы энергии тоже не следует¹.

Еще один пример.

«Большая масса воды неспособна совершать работу до тех пор, пока она не может перетекать к более низкому уровню через какую-нибудь машину. Точно так же данное количество тепла без воздействия внешних агентов может произвести работу только в случае падения температуры» [205, с.110].

Выходит, необходимость двух уровней и переход части энергии к более низкому уровню не является особенностью преобразования теплоты? Да, отвечает Э. Мах.

«...Мах подчеркивает, что у каждой формы энергии мы должны различать ее количество (Energienwert) и ее «потенциал», или «уровень» (Niveauwert) и что тогда можно сформулировать общее положение: «Если из общего количества какой-либо формы энергии $W'+W$, находящейся при потенциале V_1 , часть W' превращается в другую форму энергии, то остаток должен упасть до потенциала V_2 ...» [547, с.350-351] (см. также [433, с.118-119]).

Оказывается, для превращения в другую форму движения не только часть теплоты должна «упасть» — перейти к холодильнику с более низким уровнем температуры; если потенциальная энергия воды превращается в другую форму, вода переходит на более низкий уровень с потенциальной энергией, соответствующей этому уровню. Более того, если преобразование теплоты в работу возможно и без более холодного тела, и без ее перехода к холодильнику — при изотермическом расширении газа, то превращение потенциальной энергии воды в работу без разницы уровней и без ее перехода на более низкий уровень невозможно. Таким образом, превращение потенциальной энергии подчинено большему количеству запретов, чем тепловой. Почему же во многих книгах утверждается обратное? По традиции?

А вот что писал В. Оствальд.

«Пусть дано пространство однообразной температуры. Тогда внутри его не произойдет нигде изменения температуры. Теплота пребывает в покое, и не наступает никакого термического явления.

¹ Ниже мы продолжим разговор о свободной энергии.

То же будет иметь место, если в данном пространстве будет находиться электрическая энергия однообразного напряжения. Она тоже не может измениться произвольно, и никакого электрического явления не произойдет.

Те же соображения могут быть применены к механическим случаям, напр., к пространству с однообразным давлением, каковым приблизительно можно считать пространство на поверхности земли. И здесь ничего не происходит, пока давление всюду одинаково, и только тогда, когда наступают различия в давлениях, воздух приходит в движение.

Все эти случаи сходны между собою в том отношении, что некоторая измеримая величина: температура, электрическое напряжение, давление, однообразно распределена в рассматриваемом пространстве...

Назовем свойство, от однообразного распределения которого зависит состояние покоя соответственной энергии, *интенсивностью* этой энергии...

Из всего изложенного нами (сказанное нами можно распространить и на все другие виды энергии) вытекает следующий общий закон процесса: *чтобы какой-нибудь процесс имел место, надо чтобы существовали разности интенсивностей присутствующих энергий..* Общим выражением этого закона мы обязаны Г. Гельму.

Итак, если нет разности интенсивностей, то ничего не происходит» [465, с.183-185] (см. также [248, с.13]).

Таким образом, по Оствальду и Гельму, необходимость разности температур для преобразования теплоты в другие виды энергии есть частный случай необходимости разности потенциалов для преобразования других видов энергии. То, что современные авторы приписывают только теплоте, вовсе не является ее особенностью.

Встречается и такое рассуждение:

«Если любая форма движения может полностью перейти в теплоту, то обратное преобразование теплоты в любую другую форму движения возможно лишь частично. Объясняется это, очевидно, тем, что теплота в отличие от всех остальных форм движения представляет собой хаотическое, неупорядоченное движение микрочастиц и, следовательно, по самой своей природе не может самопроизвольно полностью перейти в упорядоченное состояние, характерное для остальных форм движения» [429, с.44].

По этому поводу заметим: когда теплота подводится к газу, который находится в цилиндре с подвижным поршнем и расширяется при постоянной температуре, «хаотическое, неупорядоченное движение микрочастиц» самопроизвольно и мгновенно (по самой своей природе) превращается (переходит) в направленное (упорядоченное) движение поршня.

Таким образом, можно заключить, что все аргументы в пользу «второсортности» теплоты и деградации энергии, основанные непосредственно на фактах, при более внимательном рассмотрении оказываются несостоятельными: при помощи такого рода аргументов мож-

но обосновать не только положение о «второсортности» теплоты, но и «доказать» «второсортность» любого вида энергии.

Однако среди положений, ограничивающих превращение теплоты в другие формы движения, есть такое, которое выглядит более обоснованным и специфическим для теплоты. Это теорема Карно.

Следует ли из теоремы Карно заключение о невозможности полного преобразования теплоты в другие виды энергии?

Эффективность преобразования энергии количественно характеризуется величиной коэффициента полезного действия (КПД).

«Коэффициент полезного действия (кпд) – характеристика эффективности системы (устройства, машины) в отношении преобразования или передачи энергии; определяется отношением η полезно использованной энергии $W_{пол}$ к суммарному количеству энергии $W_{сум}$, полученному системой: $\eta = W_{пол} / W_{сум}$. Кпд – величина безразмерная... Из-за неизбежных потерь энергии на трение, нагревание окружающих тел и т.п. всегда $\eta < 1...$ » [590, с.317-318].

Обращаем внимание на то, что величина КПД меньше единицы из-за потерь на трение, нагревание и т. п.; если бы такого рода потерь не было, КПД равнялся бы 1. В случае же преобразования тепла в механическое движение, которое происходит в тепловых двигателях, КПД не может достигать 1 даже в идеальном случае, когда нет трения.

«Для всех идеальных двигателей, кроме тепловых, КПД равен единице. А вот для тепловых двигателей он всегда меньше единицы и зависит от температуры источника теплоты и окружающей среды» [540, с.74] (см. также [70, с.141; 590, с.318]).

«У тепловых двигателей в силу *второго начала термодинамики* кпд имеет верхний предел, определяемый особенностями термодинамического цикла (кругового процесса), который совершает рабочее вещество. Наибольшим кпд обладает *Карно-цикл*» [590, с.318].

«Карно теорема, теорема о макс. *коэффициенте полезного действия* тепловых двигателей...: кпд $\eta = (T_1 - T_2) / T_1$ *Карно цикла* максимален и не зависит от природы рабочего в-ва и конструкции идеального теплового двигателя, он определяется только темп-рами нагревателя T_1 и холодильника T_2 » [590, с.244] (см. также например [503, с.62-64; 530, с.98; 101, с.77-78]).

Если даже в идеальном случае, когда нет побочных процессов, КПД теплового двигателя не достигает 1, то означает ли это, что теплоту невозможно полностью преобразовать в другие виды энергии? Да, отвечают многие авторы.

«Коэффициент полезного действия идеального теплового двигателя, т. е. такого двигателя, в котором не учитываются потери на излучение

энергии, на трение и т. д. далек от 100%. Это значит, что превращение теплоты в другие формы энергии затруднено в сравнении с переходом этих форм в тепловую» [516, с.82].

«Второе начало... выражает особенности теплового движения... Согласно этому закону, к.п.д. теплового двигателя даже в идеальных условиях не может быть равен 1, в то время как в этих условиях к.п.д., например, двигателя, превращающего электрическое воздействие в механическую работу (электродвигатель), равен 1» [101, с.172].

Наличие такого рода особенности у одной из форм движения, как говорилось выше, противоречит абсолютному закону природы – закону превращения форм движения, сформулированному Энгельсом.

Поэтому либо теорема Карно ложная, либо из нее не следует заключение о невозможности полного превращения теплоты в другие формы энергии. Чтобы разобраться в этом, прежде всего проанализируем содержание понятия КПД, для чего рассмотрим, как определяют КПД различных преобразователей энергии.

Электрические двигатели – это устройства, предназначенные для преобразования электрической энергии в механическую. В электродвигателе за одну секунду превращается в иные формы электрическая энергия в количестве, равном потребляемой мощности P_1 и возникает механическая энергия в количестве, равном мощности на валу двигателя P_2 . Разность $P_1 - P_2$ превращается в теплоту [268, с.256]. **КПД электродвигателя** η определяется как P_2/P_1 [там же, с.257], т.е. как отношение электроэнергии, преобразованной в электродвигателе в механическую, к электроэнергии, преобразованной в электродвигателе в иные формы.

В ГЭС потенциальная энергия падающей воды преобразуется в электроэнергию. **КПД ГЭС** равняется отношению количества возникшей за одну секунду электроэнергии (мощности станции) к количеству преобразованной в иные формы потенциальной энергии воды (мощности потока в створе) [651, с.402–403].

КПД источника излучения определяется как отношение потока излучения (т.е. мощности переноса энергии излучения) к мощности, потребляемой источником (т.е. энергии, преобразуемой источником излучения в иные формы) [414, с.59].

При падении на **приемник излучения** излучение частично отражается, частично поглощается. Поглощенная энергия частично преобразуется в так называемую эффективную энергию – полезную форму (например, электрическую в случае фотоэлемента), частично в энергию потерь – формы энергии, которые побочно возникают в процессе преобразования [414, с.42–43]. **Коэффициент поглощения излучения** (α_c) показывает, какая доля энергии излучения, упавшего на облучаемое тело, преобразуется в иные формы энергии. **Энергетический выход процесса преобразования энергии излучения** (η_s) равен отношению эф-

фективной энергии к энергии излучения, поглощенной приемником. **Интегральная чувствительность приемника излучения** пропорциональна отношению эффективной энергии к энергии излучения, упавшей на приемник: $K = \alpha \epsilon \eta_0$ [там же, с.42–43]. Интегральная чувствительность называется еще **коэффициентом превращения** [651, с.586].

КПД электродвигателя, КПД ГЭС, КПД излучателя, энергетический выход процесса преобразования энергии излучения показывают, какая часть энергии, изменившей в преобразователе форму, превратилась в полезную форму. Эти показатели характеризуют соответствующие преобразователи энергии в одном отношении – показывают, насколько «чисто» протекает процесс преобразования. Отклонение от единицы этих показателей обусловлено протеканием побочных, нежелательных с точки зрения назначения преобразователей процессов преобразования энергии. При вычислении этих показателей $W_{СУМ}$ означает энергию, изменившую в преобразователе форму, энергию, преобразованную в иные формы. Если в преобразователе не происходят нежелательные преобразования энергии, его КПД равен единице.

В идеальном тепловом двигателе, преобразующем теплоту в механическую энергию нет побочных процессов преобразования энергии. КПД идеального теплового двигателя, в отличие от КПД названных выше преобразователей, меньше единицы потому, что при определении КПД теплового двигателя $W_{СУМ}$ означает не теплоту, **преобразованную в двигателе в иные формы**, как в названных выше случаях, а величину другого рода – теплоту, **подведенную к двигателю**, аналогом которой является энергия излучения, упавшего на приемник в случае преобразования излучения.

Если определять КПД ГЭС так, как определяют КПД тепловых двигателей, то для ГЭС под $W_{СУМ}$ следует понимать потенциальную энергию воды, подводимой к станции в верхнем бьефе, а КПД ГЭС будет означать величину, которая показывает, какая доля потенциальной энергии воды, подводимой к станции в верхнем бьефе, преобразуется в электроэнергию.

Для определенного таким образом КПД в случае идеальной ГЭС (в которой нет побочных превращений энергии) получим формулу:

$$\eta_{ГЭС} = (H_B - H_H) / H_B, \quad (1)$$

где H_B и H_H – абсолютная (по отношению к уровню моря) высота уровней воды в верхнем и нижнем бьефе соответственно.

Эта формула подобна формуле для зависимости КПД идеального теплового двигателя Карно от температуры. Основываясь на этой формуле, можно заявить, что в ГЭС, даже в идеальном случае, потенциальная энергия воды превращается в электроэнергию не пол-

ностью¹ и что максимальный КПД ГЭС тем больше, чем выше разность уровней воды в верхнем и нижнем бьефе.

КПД теплового двигателя можно сравнивать с величиной интегральной чувствительности K приемника излучения, которая пропорциональна отношению полезной формы энергии к энергии, упавшей на приемник. Если интегральную чувствительности приемника излучения разделить на коэффициент пропорциональности c , получим величину, подобную КПД теплового двигателя.

В то же время, если определить КПД теплового двигателя так, как определяется энергетический выход процесса преобразования энергии излучения (η_3), КПД электродвигателя, КПД ГЭС – т.е. как отношение возникшей в двигателе за один цикл механической энергии к теплоте, превращенной за один цикл в иные формы энергии, – то можно получить, что КПД идеального теплового двигателя равняется единице и не зависит от температур нагревателя и холодильника – точно так же, как и КПД других идеальных преобразователей энергии.

На принципиальное отличие КПД теплового двигателя от КПД других устройств указывал А. А. Гухман. Он писал:

«По идее (в согласии с которой термин обычно и употребляется), в КПД должны находить отражение потери энергии, обусловленные эффектами, которые возникают в ходе процесса, совершающегося в соответствии с назначением устройства. Эффекты эти, сопутствующие основному процессу, совершенно чужеродны по отношению к нему и никак не связаны с принципом действия устройства. Теоретическая идеальная модель рабочего устройства совершенно свободна от такого рода процессов и по определению понятия ее КПД следует приписать значение, равное единице. Отклонение КПД реального устройства от единицы характеризует различие между практически достигнутой эффективностью и принципиально возможной.

Совсем другой круг идей и физических представлений связан с величиной η , которую мы ввели посредством (6.1)². ... Уравнение (6.1) является концентрированной формой выражения результатов анализа: обязательной предпосылкой реализации непрерывно совершающегося процесса преобразования теплоты в работу является потеря некоторой доли расходуемого количества теплоты. В противоположность предыдущему эта потеря является органически неотделимым свойством основного процесса, и ее отнюдь не следует относить к числу вторичных эффектов, обусловленных несовершенством устройства и подлежащих устранению. Ра-

¹ Именно это утверждал Э. Мах: «Тяжесть P на высоте H_1 представляет энергию $W_1 = PH_1$. Заставим ее упасть до меньшей высоты H_2 . При этом производится работа, которой пользуются для получения живой силы, теплоты, электрического заряда и т. д., или которая, говоря короче, преобразуется. Тогда еще *остается* энергия $W_2 = PH_2$...» [433, с.118-119].

² Уравнение (6.1): $\eta = L/Q'$ [222, с.186], где L – работа, полученная в цикле, Q' – теплота, полученная рабочим телом от нагревателя.

зумеется, было бы совершенно неправильно рассматривать величину η в духе обычного понимания – как некую меру уменьшения (под влиянием этого рода эффектов) теоретически достижимого результата при переходе к реальным условиям...» [222, с.186-187].

К сожалению, А. А. Гухман не сделал вывод о некорректности встречающегося в литературе сравнения тепловых двигателей с другими преобразователями энергии по величине КПД.

Таким образом, поскольку КПД тепловых двигателей и КПД ряда других преобразователей энергии (например, электродвигателей, ГЭС, источников излучения) характеризуют соответствующие преобразователи в разных отношениях, то **сопоставление тепловых двигателей с другими преобразователями энергии по величине КПД логически некорректно.**

Из того, что, согласно теореме Карно, КПД идеального теплового двигателя не может достигать 1, не следует заключение о невозможности полного превращения теплоты в другие формы энергии.

Читатель может возразить: но ведь только в тепловых двигателях необходим переход части преобразуемой энергии (теплоты) к холодильнику. Проанализируем превращения энергии, которые происходят в цикле Карно, совершаемом идеальным газом, и выясним, для чего здесь нужен переход теплоты к холодильнику.

Цикл Карно (см. рис.1) включает следующие процессы:

(1)–(2) – изотермическое расширение газа (в общем случае – рабочего тела) при температуре T_1 , при котором газ получает от нагревателя теплоту в количестве Q_1 ;

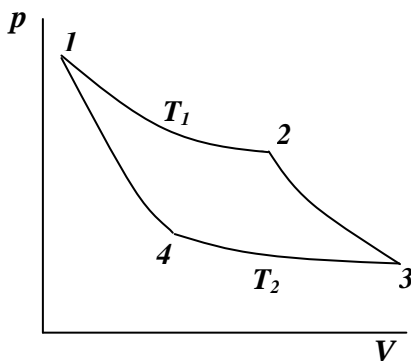
(2)–(3) – адиабатическое (без подвода или отвода теплоты) расширение газа, при котором его температура понижается от T_1 до T_2 ;

Рис. 1 Цикл Карно на p - V -диаграмме

(3)–(4) изотермическое сжатие газа при температуре T_2 , при котором холодильник получает теплоту в количестве Q_2 ;

(4)–(1) – адиабатическое сжатие газа, при котором его температура повышается от T_2 до T_1 .

Если начать цикл с состояния газа, соответствующего точке (4), то после адиабатического сжатия с повышением его температуры от T_2 до T_1 , изотермического расширения при температуре T_1 с поглощением теплоты Q_1 , адиабатического расширения с понижением температуры от T_1 до T_2 состояние газа на диаграмме будет отображаться точкой (3). Итогом такого – незамкнутого (некругового) – процесса бу-



дет превращение теплоты Q_1 в работу и изменение состояния газа, эквивалентное его изотермическому расширению при температуре T_2 . В таком – некруговом – процессе вся полученная газом от нагревателя теплота превращена в работу. Последняя стадия цикла – изотермическое сжатие газа при температуре T_2 , когда теплота в количестве Q_2 переходит к холодильнику, – необходима не для превращения подведенной к газу теплоты в работу (которое произошло на стадии изотермического расширения газа при температуре T_1), а для замыкания цикла, для того, чтобы вернуть газ (рабочее тело) в исходное состояние (4).

Превращение части полученной работы в теплоту и поглощение этой теплоты холодильником при изотермическом сжатии газа при температуре T_2 (соответственное, **теплота, отданная холодильнику**) является «платой» («данью») не за превращения теплоты в работу, как часто утверждается (см. например [81, с.101; 527, с.15]), а за **повторное использование данного рабочего тела** для превращения в работу новой порции теплоты, иначе говоря, «для обеспечения цикличности действия машины» [118, с.37], о чем, кстати, сообщают многие авторы¹.

Однако мало кто осознает, что такого рода «плата» – переход части превращаемой энергии к источнику с низшим потенциалом – имеет место во всех преобразователях энергии, в которых осуществляются круговые процессы. На это обращал внимание А. А. Гухман. Он писал:

«Как нам хорошо известно, характерной особенностью равновесных взаимодействий любого рода является единообразие отвечающих им количественных закономерностей. Поэтому исследованию (цикла – В.И.) можно придать обобщенный характер, если рассматривать тепловой двигатель как частный случай преобразующей системы, обладающей двумя степенями свободы, из которых одна определена как деформационная, а другая – степень свободы рода x – представлена параметрами состояния: координатой x и потенциалом P (и соответственно количеством воздействия $dQ_x = Pdx$)» [222, с.188],

Рассматривая круговые процессы, совершаемые такой системой, А. А. Гухман приходит к заключению:

«если физически возможные изменения потенциала ограничены интервалом P' и P'' , то наибольшее возможное значение КПД цикла определяется уравнением

$$\eta_{\max} = 1 - P''/P' \quad (2)$$

¹ «...количество теплоты Q'' есть плата за возможность создать условия, необходимые для непрерывного сколь угодно длительного действия системы» [222, с.186].

² Такие же формулы приводят А. И. Вейник [169, с.397] и В. Ф. Леонова [375, с.104].

Таким образом, отличие максимального значения КПД идеального теплового двигателя от единицы обусловлено не тем, что в нем происходит преобразование теплоты в механическое движение (механическую энергию) – энергии низшего сорта в энергию высшего сорта, а тем, что в нем осуществляется круговой процесс (цикл). Все, что пишут об особенностях идеального теплового двигателя Карно – применимо и к другим преобразователям энергии, в которых реализуются те или иные варианты обобщенного цикла Карно ¹.

Соответственно, из теоремы Карно не следует вывод, будто теплота имеет какие-то особенности в отношении преобразования в другие формы движения по сравнению с взаимными преобразованиями других форм движения.

В законе, который «накладывает определенные ограничения на процессы преобразования тепловой энергии» [118, с.33], который гласит, что «к.п.д. теплового двигателя даже в идеальных условиях не может быть равен 1» [101, с.172], отражаются не «особые свойства тепловой энергии» [118, с.33] и не «особенности теплового движения» [101, с.172], а особые свойства круговых процессов.

Можно ли теплоту преобразовывать в другие виды энергии непрерывно?

Хорошо, скажет тот, кто «с молодых ногтей» впитал положение о невозможности полного превращения теплоты в другие формы движения: вывод о невозможности полного преобразования теплоты в другие формы движения из теоремы Карно не следует; в нециклическом процессе изотермического расширения газа подводимая к нему теплота полностью превращается в механическую энергию. Но какое это имеет значение для практики? Ведь нельзя построить тепловой двигатель, в котором газ только расширялся бы. Во всех тепловых двигателях реализуются те или иные циклы; на одних участках циклов теплота превращается в работу, на других – работа в теплоту, которая поглощается холодильником (в конечном итоге, земной атмосферой). Если автор утверждает, что не существует никаких особенностей превращения теплоты в механическое движение, то пусть предложит такой тепловой двигатель, в котором подводимая теплота превращалась

¹ В книге В. Ф. Леоновой [375, с.102-104] рассмотрен цикл электростатического двигателя, представляющего собой плоский конденсатор, пластины которого могут перемещаться и который может взаимодействовать с источниками электрических зарядов с разными потенциалами. Показано, что максимальный КПД такого двигателя определяется формулой, аналогичной формуле для КПД идеальной тепловой машины Карно. Другие примеры обобщенных циклов рассмотрены А. И. Вейником [169, с.402-404].

бы в механическое движение постоянно, двигатель, в котором не происходил бы круговой процесс, и не было бы обусловленных этим ограничений на значение КПД.

Проблему можно сформулировать так: если есть аналог машины Карно для преобразования электрической энергии в механическую – циклически работающий электростатический двигатель, КПД которого подчиняется ограничениям, подобным теореме Карно, – то можно ли создать тепловой двигатель, являющийся аналогом обычного электродвигателя (где превращение электроэнергии в механическое движение происходит непрерывно)?

Прежде чем отвечать на этот вопрос, напомним, что неустранимые потери полезной работы (и переход теплоты к холодильнику), в циклически работающем тепловом двигателе Карно происходят в процессе сжатия газа, которое необходимо для замыкания цикла. Избежать этих потерь можно только в том случае, если в тепловом двигателе не будет указанного процесса. Но можно ли не сжимать газ (рабочее тело) после получения полезной работы? Да, если удалять его из двигателя, заменяя газом с параметрами, которые получаются после сжатия газа. Иначе говоря, чтобы в двигателе не было затрат энергии на сжатие газа, двигатель должен быть открытой системой, в которой происходит постоянное обновление рабочего тела, системой, через которую движется поток газа.

Возможно ли создание таких двигателей? Не только возможно – они созданы давно и широко используются. Такими двигателями являются, например, газотурбинные установки (ГТУ) и воздушно-реактивные двигатели (ВРД), описания которых имеются во многих курсах термодинамики (см. например [114, 326, 452]).

Газотурбинные установки бывают со сгоранием топлива при постоянном давлении и постоянной температуре. В установке со сгоранием при постоянном давлении воздух засасывается компрессором, сжимается до некоторого давления, поступает в камеру сгорания, куда топливным насосом подается горючее. Сгорание происходит при постоянном давлении. Продукты сгорания расширяются в соплах, попадают на лопатки газовой турбины, производят работу за счет кинетической энергии и выбрасываются в атмосферу через выпускной патрубок [326, с.274–275].

«Реактивный двигатель представляет собой устройство, в котором химическая энергия топлива преобразуется в кинетическую энергию струи рабочего вещества (газа), расширяющегося в соплах. Эта струя создает тягу за счет реактивного действия рабочего тела, вытекающего из двигателя в сторону, противоположную направлению движения летательного аппарата...

Реактивные двигатели разделяются на две основные категории – ракетные двигатели и воздушно-реактивные двигатели (ВРД)» [326, с.285–286].

ВРД делятся на компрессорные и бескомпрессорные. Компрессорные реактивные двигатели, в которых используется компрессор с приводом от газовой турбины, называются турбокомпрессорными (ТРД). Среди бескомпрессорных выделяют прямоточные воздушно-реактивные двигатели (ПВРД). В ТРД и ПВРД поступающий в двигатель воздух вначале сжимается, поступает в камеру сгорания, куда подается горючее; продукты сгорания расширяются в газовой турбине (в случае ТРД), затем реактивным сопле (см. например [326, с.274-275; 452, с.530-533]).

В ГТУ и ВРД, в отличие от машины Карно, двигателя Стирлинга, паротурбинной установки, не происходит периодический возврат рабочего тела к исходному состоянию. Соответственно, не должно быть неустранимых затрат полезной работы на сжатие рабочего тела, из-за которых КПД циклов даже в идеальном случае не может достичь 1. Почему же в таком случае в курсах технической термодинамики утверждается, что максимальный КПД ГТУ и ВРД не превышает КПД цикла Карно? Чтобы ответить на этот вопрос, проанализируем, как получают заключения о максимальном КПД этих двигателей, согласующиеся с теоремой Карно.

В главе «Теплосиловые газовые циклы» курса [326] в разделе 10.2 «Циклы газотурбинных установок» есть рисунок, на котором изображен **идеализированный цикл газотурбинной установки**, и сказано:

«Принцип построения идеализированного цикла такой же, как использованный ранее для поршневых двигателей: предполагается, что цикл замкнутый, т. е. количество рабочего тела в цикле сохраняется постоянным; выход отработанных газов в атмосферу заменяется изобарным процессом отвода теплоты к холодному источнику; считается, что теплота q_1 подводится к рабочему телу извне, через стенки корпуса установки, а рабочим телом турбины является газ неизменного состава, например, чистый воздух» [326, с.274].

В том же курсе в разделе 10.3 «Циклы реактивных двигателей», [326, с.286-287] сказано, что цикл ТРД принципиально не отличается от цикла ГТУ со сгоранием при постоянном давлении, а цикл ПВРД аналогичен циклу ТРД.

Итак, при определении КПД идеальных ГТУ и ВРД принимают, что скорость движения газа в них равна нулю, а процесс изменения состояния газа является круговым. Эти допущения совершенно абсурдны: техническая работа ¹ в ГТУ не будет производиться, а реактивная тяга в ВРД не возникнет, если газ неподвижен; реактивная тяга не возникнет, если через ВРД пропускать замкнутый поток газа. «Зато» эти допущения дают основания для утверждения о необходи-

¹ К технической работе потока газа относится, в частности, работа, совершаемая над газом компрессором и работа, совершаемая газом в турбине [326, с.38].

мости передачи части теплоты холодильнику и о том, что КПД ГТУ и ВРД не может превышать КПД цикла Карно.

Найдем КПД идеальных ГТУ и ВРД, не делая названные допущения.

Будем считать, что в идеальных ГТУ и ВРД нет трения, нет потерь энергии через стенки, а газ, протекающий через них, является идеальным. Учитывая то обстоятельство, что в реальных ГТУ и ВРД масса воздуха, протекающего через них, может в десятки раз превышать массу горючего, примем, что количество газа, протекающего через двигатели, постоянно. Кроме того, пренебрегаем затратой энергии на подачу горючего. Все эти допущения обычно делаются при анализе процессов в тепловых двигателях ¹.

Предполагая, что поток газа движется горизонтально, вследствие чего изменение его потенциальной энергии равно нулю, запишем уравнение первого закона термодинамики (см. [326, с.39]) для единицы массы движущегося потока газа:

$$q_{1-2} = (u_2 - u_1) + (p_2 v_2 - p_1 v_1) + w_2^2/2 - w_1^2/2 + l_{TEXH}, \quad (3)$$

где q_{1-2} – теплота, подведенная к газу между сечениями 1 и 2,

u – внутренняя энергия единицы массы газа,

p – давление газа

v – удельный объем газа,

w – скорость потока,

l_{TEXH} – техническая работа потока газа,

$$u = c_v T, \quad (4)$$

где c_v – удельная теплоемкость газа при постоянном объеме, T – термодинамическая температура газа.

Индексы 1 и 2 относятся к выбранным сечениям 1 и 2. Поскольку нас интересует КПД двигателя, соответственно, преобразование энергии, происходящее в двигателе, а не в какой-то его части, в качестве сечения 1 выберем область невозмущенного потока газа, в качестве сечения 2 – сечение выхлопного патрубка – для ГТУ и сечение среза сопла – для ВРД. Тогда в сечении 1 параметры газа будут равняться параметрам атмосферного воздуха – p_a , v_a , T_a .

В случае ГТУ $w_1=0$, а полезная работа двигателя равна l_{TEXH} . Из (3) и (4) получаем:

$$\eta_{ГТУ} = l_{TEXH} / q = 1 - [c_v(T_2 - T_a) + v_2(p_2 - p_1) + w_2^2/2] / q. \quad (5)$$

¹ Строго говоря, ГТУ и ВРД являются не тепловыми, а химическими двигателями, поскольку в них в механическую энергию преобразуется химическая энергия топлива. Но так как химическая энергия преобразуется в теплоту полностью и имеется большой избыток воздуха, эти можно двигатели без большой ошибки можно рассматривать как тепловые – считая, что в них происходит не преобразование химической энергии в тепловую в потоке газа, а подвод теплоты по всему сечению газа.

В случае ВРД $l_{ТЭХН} = 0$, w_1 – скорость полета, и – при условии полного расширения продуктов сгорания (когда $-p_2 = p_a$) – удельная полезная работа равна $w_2^2/2 - w_1^2/2$. Для этого случая

$$\eta_{ВРД} = 1 - c_v(T_2 - T_a)/q. \quad (6)$$

Как и следовало ожидать, в формулах (5) и (6) нет ничего общего с формулой для КПД цикла Карно – в эти формулы входят не максимальная и минимальная температуры рабочего тела, а температура газа на выходе и температура атмосферного воздуха; чем **меньше** разность этих температур, тем выше КПД идеальных ГТУ и ВРД. Согласно (5) и (6), КПД идеальных ГТУ и ВРД не зависит ни от максимальной температуры внутри двигателя, ни от разности температур в камере сгорания и атмосферного воздуха¹. Если в идеальном ВРД $T_2 = T_a$, то $\eta_{ВРД} = 1$.

Разумеется, полученные выводы, сделанные с рядом допущений, не могут претендовать на точность, но, думается, они еще раз демонстрируют ошибочность тех представлений, что ограничения на КПД идеального теплового двигателя, вытекающие из теоремы Карно, обусловлены особенностями теплоты как формы движения. В действительности эти ограничения обусловлены особенностями кругового процесса, и, как говорилось выше, присущи любым круговым процессам преобразования энергии.

Вывод о том, что на двигателях, в которых не протекают круговые процессы, не распространяются ограничения на КПД, вытекающие из теоремы Карно, для специалистов не должен быть новостью. Об этом можно прочитать в статье Э. Э. Шпильрайна «О предельных К.П.Д. теплосиловых установок» [640], опубликованной в 1982 г. В этой статье сказано следующее.

«...В современных энергетических установках, использующих энергию природного топлива, схема, при которой энергия топлива сначала преобразуется в тепло, а затем это тепло в термодинамическом цикле превращается в работу, реализуется только в паросиловых установках. В этих установках топливо сжигается, отдавая тепло рабочему телу, осуществляющему замкнутый термодинамический цикл, в котором наряду с подводом тепла от продуктов сгорания топлива обязательно имеется отвод тепла к тому или иному естественному резервуару (воде или атмосферному воздуху).

Но уже в двигателях внутреннего сгорания эта классическая схема видоизменяется. Здесь рабочее тело – это продукты сгорания топлива, и, строго говоря, **никакого замкнутого термодинамического цикла нет**. Класси-

¹ Заметим, что в идеальных ВРД и в ГТУ теплота передается атмосфере, если температура воздуха, покидающего эти двигатели, выше температуры атмосферного воздуха. Однако эти потери – иного рода, чем те, которые имеют место в циклически работающих двигателях. Если $T_2 = T_a$, этих потерь не будет. В циклах теплота, передаваемая холодильнику образуется в процессе сжатия рабочего тела и не равна нулю тогда, когда сжатие происходит при температуре холодильника.

ческая термодинамика обходит эту трудность, заменяя само внутреннее сгорание внешним подводом тепла и искусственно замыкая цикл с помощью известных приемов. При этом оказывается, что **процесс замыкания цикла сопровождается отводом тепла в окружающую среду, как того требует второй закон термодинамики**. Обычно в качестве оправдания правомерности такого приема говорят о том, что свойства продуктов сгорания мало отличаются от свойств воздуха, идущего на сгорание. Такая искусственность анализа не может не вызвать неудовлетворенности, а в ряде случаев может привести и к неверным выводам.

Дело в том, что применительно к разомкнутым процессам, включающим сгорание топлива, ограничения, налагаемые вторым законом термодинамики на предельное количество работы, которое при этом может быть получено, связаны не с к.п.д. цикла Карно, а с величиной эксергии (работоспособности) исходной химически реагирующей системы.

При этом для некоторых частных случаев к.п.д. схемы (в обычном понимании этого термина) может теоретически достигать и 100%. Покажем это на примере» (выделено мной – В.И.) [640, с.121].

Далее рассматривается установка, в которой жидкое топливо, имеющее параметры окружающей среды, подается насосом в парогенератор, превращается в пар, который расширяется, совершая работу в турбине. Отработанный пар используется как топливо в парогенераторе. Делая определенные допущения, автор приходит к выводу:

«Таким образом, с учетом некоторых идеализирующих допущений, не противоречащих термодинамике, к.п.д. схемы, изображенной на рис. 1, оказывается равным 100%» [там же, с.121].

Получив результат, который вопиюще противоречит общепринятым представлениям о невозможности полного, с КПД, равным 100%, превращения теплоты в работу, результат поистине революционный, Э. Э. Шпильрайн начинает рассуждения, целью которых является согласование полученного результата с теоремой Карно.

Он представляет процесс в виде цикла, проводит расчеты, на основе которых делает заключение:

«Таким образом, при рассмотрении цикла термический к.п.д., как и следовало ожидать, ведет себя в полном соответствии со вторым законом термодинамики и не превосходит термический к.п.д. соответствующего цикла Карно. При рассмотрении же реального разомкнутого процесса к.п.д., определяемый по отношению к теплотворной способности исходного топлива, оказывается равным единице» [там же, с.124].

Разумеется, если в двигателе осуществляется круговой процесс, есть необходимость в сжатии рабочего тела – чтобы замкнуть цикл. Соответственно, есть неустраняемая потеря части полученной работы на это сжатие. Но какое отношение это имеет к процессу, в котором нет возврата рабочего тела в исходное состояние? Что может измениться в

самом некруговом процессе, который протекает объективно, в двигателе, от того, что кто-то представит его как круговой?

Однако Э. Э. Шпильрайн, как и все специалисты-энергетики считает невозможность полного преобразования теплоты в работу не особенностью круговых процессов, а особенностью теплоты как вида энергии. Чтобы согласовать полученный им результат с общепринятыми воззрениями, он пишет:

«В конечном итоге к.п.д. схемы оказывается равным единице потому, что в этой схеме, говоря языком циклов, удастся все тепло q_2 , отдаваемое при температуре T_2 , которая в пределе может быть равна температуре окружающей среды, *полностью регенерировать*. Но не с помощью регенерации внутри цикла (она в таком случае невозможна), а с помощью регенерации, которую правильнее назвать «химической»...» [640, с.124].

И что? Неужели употребление терминов «регенерация», «химическая регенерация» может отменить полученный результат: в рассмотренной установке в работу превращается тепло q_2 , которое, по общепринятому мнению, даже в идеальном случае тепловая машина передает холодильнику с температурой T_2 в качестве «платы» за получение работы в размере $q_1 - q_2$. Какая разница – внутри или вне цикла осуществляется регенерация? Главное – в рассмотренном случае теплота преобразуется в работу полностью!

Но Э. Э. Шпильрайн никак не может смириться с полученным результатом. Он начинает выяснять, «не противоречат ли значения $\eta = 1$... ограничениям второго закона термодинамики для разомкнутых процессов» [там же, с.124], для чего начинает сравнивать величину получаемой работы, когда КПД равен 100%, с изменением стандартной энергии Гиббса ΔG^0 для соответствующей реакции, изменением эксергии и приходит к выводу, что работа равна изменению эксергии и меньше величины ΔG^0 [там же, с.124-126], чем, можно сказать, перечеркнул полученный им же вывод о возможности создания теплового двигателя с КПД, равным 100%¹.

В своем стремлении предостеречь любое преобразование энергии в виде кругового процесса некоторые авторы высказывают просто удивительные утверждения. В цитированном выше курсе [326] в параграфе 12.1 «Цикл термоэлектрической установки» можно прочитать:

«Возможно, некоторое недоумение может вызвать то обстоятельство, что в данном случае при рассмотрении теплосилового цикла мы не обращаемся к T , s -диаграмме и даже не упоминаем о том, из каких процессов, совершаемых рабочим телом, состоит этот цикл. Более того, неясно, что является рабочим телом термоэлектрогенератора. По этому поводу следует заметить, что термоэлектрический генератор, так же, как и рассматри-

¹ О стандартной энергии Гиббса и эксергии будет сказано ниже.

ваемый в следующем параграфе термоэлектронный преобразователь, занимает особое место среди тепловых машин. Дело в том, что «рабочим телом» термоэлектрического генератора является движущийся по термоэлектрической цепи поток электронов (электронный газ). С его помощью и осуществляется преобразование в электроэнергию части теплоты, отбираемой из горячего источника» [326, с.332-333].

Таким образом, если в случае ГТУ и ВРД есть хоть какие-то основания для применения цикла (рабочим телом этих двигателей является газ, параметры которого после охлаждения принимают начальные значения), то в случае термоэлектрогенератора формулу, полученную для циклов, применяют без всяких оснований.

«Какова должна быть та философия, на которую имели бы хоть какое-нибудь право жаловаться эти господа?» [10, с.437].

Однако вывод о том, что КПД нециклического теплового двигателя может в идеальном случае достигать 100%, по-видимому, не последний противоречащий традиционным представлениям результат теоретических исследований в области преобразования теплоты в механическое движение. В статьях [264; 536–539] утверждается, что существуют такие **круговые процессы** (либо периодически действующие идеальные тепловые машины), в которых происходит полное преобразование тепла в механическое движение. В одной из статей есть слова, которыми можно завершить данный раздел: «никаких принципиальных ограничений для преобразования тепла в работу, кроме закона сохранения энергии, не существует» [538, с.5].

Теория теплорода как источник представлений о «второсортности» теплоты как вида энергии

Почему же, несмотря на явное несоответствие фактам тех положений, что для превращения теплоты в другие виды энергии необходима разность температур и переход части теплоты к холодильнику, эти положения сохраняются в термодинамике полтора века? Ответ на этот вопрос можно получить, обратившись к работам основоположников классической термодинамики Р. Клаузиуса и В. Томсона.

В работе Клаузиуса «Механическая теория тепла» есть глава «Второе начало механической теории тепла», первый параграф которой начинается словами: «Чтобы иметь возможность вывести и доказать второе начало механической теории теплоты, мы будем исходить из рассмотрения одного кругового процесса особого рода...» [329, с.127]. Далее Клаузиус описывает круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух адиабат (цикл Карно) и заключает, что в результате кругового процесса изменяющееся тело получило количество теплоты Q_1 , часть которого Q превратилась в работу, а другая часть Q_2 перешла к более холодному телу. Если цикл совершить в обратном направлении,

пишет Клаузиус, то из работы получается количество теплоты Q , а количество теплоты Q_2 переходит от более холодного тела к более теплomu [там же, с.127-130].

Затем Клаузиус рассматривает процесс, совершаемый телом, состоящим из жидкости и газа, и задает вопрос: *«существует ли между тем количеством теплоты, которое превращается в работу (или из нее получается), и тем количеством теплоты, которое переходит от более теплого тела к более холодному (или наоборот), зависимость, имеющая всеобщий характер, или же эта зависимость изменяется сообразно природе тела, участвующего в явлении»* [там же, с.131].

После этого следует параграф «Взгляды Карно на совершаемую в круговом процессе работу», в котором говорится:

«С. Карно первый обратил внимание на то, что при получении механической работы теплота переходит от более теплого тела к более холодному и что, наоборот, с помощью затраты механической работы можно перенести теплоту от более холодного тела к более теплomu...

В его время имело еще всеобщее распространение... воззрение, согласно которому теплота представляет особое вещество, которое может находиться в любом теле в большем или меньшем количестве, ... но что количество всей имеющейся налицо теплоты не может ни увеличиваться, ни уменьшаться, так как вещество не может быть ни вновь создано, ни уничтожено.

Так как в соответствии с этим количество имеющейся налицо теплоты должно было после кругового процесса быть тем же, что и до него, и так как все же в результате получался некоторый выигрыш в работе, то Карно попытался объяснить происхождение последней из перехода теплоты от более высокой температуры к более низкой. Он сравнил это нисходящее движение теплоты, которое особенно бьет в глаза в случае паровой машины, где огонь отдает теплоту паровому котлу, а вода конденсатора, наоборот, получает теплоту, с падением воды с более высокого места в более низкое, чем может быть приведена в движение какая-нибудь машина и, следовательно, произведена работа...

Исходя из этих соображений, он установил положение, согласно которому величина совершенной работы должна находиться в определенном, имеющем всеобщий характер, отношении к происходящему одновременно¹ переходу теплоты, т. е. к количеству переходящей теплоты и температуре тел, между которыми она переходит, — отношении, которое не зависит от природы того вещества, при помощи которого совершается работа и осуществляется переход теплоты. Его доказательство необходимости такого

¹ «Клаузиус отмечает, что при рассмотрении простого кругового процесса одновременно происходят два процесса: превращение некоторого количества теплоты в работу и одновременный переход тепла от более нагретого тела к менее нагретому (или наоборот)» [199, с.212]. Своеобразное, однако, у Клаузиуса и у цитируемого автора представление об одновременности: одновременными считаются процессы 1–2 и 3–4 цикла Карно!

вполне определенного отношения опирается на тот принцип, что *невозможно создать движущую силу из ничего*, или, другими словами, что *perpetuum mobile невозможно*.

Этот способ рассмотрения, однако, не совпадает с нашими нынешними воззрениями, так как мы принимаем, что при получении работы затрачивается соответствующее количество теплоты и что, следовательно, отданное во время кругового процесса окружающим телами количество теплоты меньше, чем количество теплоты, извне полученное. Но если при получении работы затрачивается теплота, то все же, конечно, не может быть и речи о том, что работа произошла из ничего, независимо от того, происходит ли наряду с затратой теплоты еще одновременно переход другого количества теплоты от более теплого тела к более холодному или нет. В соответствии с этим потребовало изменения не только предложение, высказанное Карно, но пришлось также поискать для доказательства другого основания, чем то, на котором Карно построил свое доказательство» [там же, с.132-133].

Затем следует параграф «Новый принцип, относящийся к теплоте», в котором говорится:

«Различные соображения, касающиеся природы и поведения теплоты, привели меня к убеждению, что проявляющееся при теплопроводности и обыкновенном излучении тепла стремление теплоты переходить от более теплых тел к более холодным, выравнивая таким образом существующие разницы температур, связано так тесно с самой ее сущностью, что оно должно иметь силу при всех обстоятельствах. Поэтому я выдвинул в качестве принципа следующее предложение:

Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более теплому.

Появляющиеся здесь слова «сама собой» требуют, чтобы быть вполне понятными, еще объяснения, которое дано мною в различных местах моих работ. Прежде всего, они должны выражать, что теплота никогда не может накапливаться с помощью теплопроводности или излучения в более теплом теле за счет более холодного... Далее, наш принцип должен относиться и к таким процессам, которые составлены из многих разнообразных явлений, как, например, круговой процесс описанного выше рода. С помощью такого процесса теплота, правда, может (как мы это видели при обращении вышеприведенного кругового процесса) перейти от более холодного тела к более теплому; но наш принцип утверждает, что тогда одновременно с этим переходом теплоты от более холодного к более теплому телу должен иметь место и противоположный переход теплоты от более теплого к более холодному телу, либо должно произойти какое-нибудь другое изменение, обладающее той особенностью, что оно не может быть обращено без того, чтобы не вызвать, со своей стороны, посредственно или непосредственно, такой противоположный переход теплоты. Этот одновременно происходящий противоположный переход теплоты или другое изменение, которое имеет следствием такой противоположный

переход теплоты, должны рассматриваться как *компенсация* перехода теплоты от более холодного тела к более тепловому. Пользуясь этим понятием, можно слова «сама собой» заменить словами «без компенсации» и высказать вышеприведенный принцип следующим образом:

Переход теплоты от более холодного тела к более тепловому не может иметь места без компенсации» [329, с.133-134].

Далее, основываясь на указанной аксиоме, Клаузиус доказывает, что в цикле Карно отношение между теплотой, превращенной в работу, и теплотой, перешедшей к более холодному телу, не зависит от природы вещества, с помощью которого процесс осуществляется, и является только функцией температур нагревателя и холодильника, находит вид этой функции, рассматривает более сложные круговые процессы и в конце концов получает уравнение $dQ = TdS$, которое, по его словам, «дает еще одно выражение второго начала механической теории теплоты, очень удобное во многих исследованиях» [там же, с.143].

Таким образом, Клаузиус, считая истинным положения Карно о том, что для получения работы из теплоты необходима разность температур и переход теплоты от горячего тела к холодному, а также о том, что количество теплоты, превращенной в работу, находится в определенном количественном соотношении с количеством теплоты, перешедшей от нагревателя к холодильнику, решил доказать эти положения, не используя представления о теплороде. Иначе говоря, решил согласовать выводы Карно с принципом эквивалентности теплоты и работы.

И здесь Клаузиус совершил сразу две ошибки, следствием которых и явились представления об особенностях превращения теплоты в работу. Прежде чем перейти к изложению сути этих ошибок, приведем один фрагмент из книги М. Планка. Планк писал:

«...Карно, исходя из мысли о невозможности *perpetuum mobile*, занялся обоснованием новой теории теплоты... Речь шла о вопросе: если работа производится теплотой, то какой именно процесс должен тогда рассматриваться как компенсация произведенной работы, и как этот процесс измерить? Так как во времена Карно полным признанием пользовалась теория теплоты, которая рассматривала теплоту как неуничтожаемое вещество..., то он должен был прийти к мысли, что тепловое вещество производит живую силу таким же образом, как и тяжесть весомой материи. Последняя стремится упасть с более высокого в более низкое положение; произведенная при этом живая сила измеряется произведением силы тяжести на высоту падения; это произведение, следовательно, и является эквивалентом живой силы. Отсюда Карно вывел закон: тепловая жидкость (флюид) стремится перейти от более высокой к более низкой температуре, как это известно из законов теплопроводности. Но это стремление можно использовать и произвести при его помощи живую силу,

которая тогда должна измеряться произведением перешедшего количества теплоты на интервал температур. Поэтому **Карно искал компенсацию для совершенной работы в переходе теплоты от более высокой температуры к более низкой** и рассматривал в качестве меры последней, стало быть, в качестве эквивалента работы, произведение количества теплоты на разность температур» (выделено мной – В. И.) [482, с.24].

Таким образом, по словам Планка, принцип Карно – получение работы из теплоты возможно только при наличии разности температур – в теории самого С. Карно появился с целью согласования положения о существовании неунничтожимого теплорода с положением о невозможности получения работы из ничего.

Но в действительности неунничтожимого теплорода нет; наличие двух тел с разными температурами, между которыми происходит «падение» теплорода, не является необходимым условием превращения теплоты в работу: при изотермическом расширении идеального газа более холодное тело отсутствует, а теплота, отдаваемая нагревателем, превращается в работу, причем полностью ¹.

Однако Клаузиус не обратил внимания на этот случай. Кроме того, Клаузиус не заметил, что Карно различал понятия теплоты и теплорода ², обозначая теплоту термином *chaleur*, а теплород – *calorique* ³. Согласно Карно, «возникновение движущей силы обязано в тепловых машинах не действительной трате теплорода, а его переходу от горячего тела к холодному» [308, с.20]. Разумеется, при таком понимании процесса в тепловой машине – как перехода (падения) **теплорода** от горячего тела к холодному – мысль о том, что для превращения теплоты в работу часть ее остается непревращенной, падая на более низкий температурный уровень, не может возникнуть.

Клаузиус же, желая сохранить в теории положение о необходимости двух температур для получения работы из теплоты, провозгласил в качестве необходимого условия для превращения теплоты в работу переход **теплоты** от горячего тела к холодному, в результате чего в термодинамике появилось положение о невозможности полного превращения теплоты в работу, а также то, что назвали «несимметричностью

¹ «Если рассматривать теплоту как *движение* (механическое – В.И.), то само собой ясно, что компенсацию работы, совершенной теплотой, следует искать в исчезновении теплоты (а не в переходе теплоты от горячего тела к холодному, как утверждал, в частности, К. А. Путилов [503, с.61] – В. И.), ибо тогда в качестве эквивалента произведенной работы нужно рассматривать потерянную живую силу теплового движения» [482, с.27-28].

² Первым это заметил В. Оствальд (см. [308, с.63]).

³ В. Р. Бурсиан и Ю. А. Крутков отмечали: «В вещественной теории тепла эти слова служат для одного и того же понятия, но, как замечает Оствальд, характерно то, что, проводя аналогию с падением воды, Карно всегда говорит о падении *теплорода*» [308, с.63].

взаимных превращений теплоты и работы» [140, с.119]. Таким образом, чтобы исправить теорию, созданную инженером, физик-теоретик в качестве аксиомы принял ложное положение.

«Презрение к диалектике не остается безнаказанным» [10, с.373].

Подобные ошибки совершил и В. Томсон. В работе «О динамической теории теплоты» он писал:

«Вся теория движущей силы теплоты основывается на следующих двух положениях, обязанных своим происхождением первое – Джоулю, а второе – Карно и Клаузиусу.

Положение I (Джоуль). Во всех случаях, когда равные количества механической работы получаются каким бы то ни было способом исключительно за счет теплоты или бывают израсходованы исключительно на получение тепловых действий, всегда теряются или приобретаются равные количества теплоты.

Положение II (Карно и Клаузиус). Если какая-либо машина устроена таким образом, что при работе ее в противоположном направлении все механические и физические процессы в любой части ее движений превращаются в противоположные, то она производит ровно столько механической работы, сколько могла бы произвести за счет заданного количества тепла *любая* термодинамическая машина с теми же самыми температурами источника тепла и холодильника...

Доказательство второго положения основывается на следующей аксиоме: *Невозможно при помощи неодушевленного материального деятеля получить от какой-либо массы вещества механическую работу путем охлаждения ее ниже температуры самого холодного из окружающих предметов*¹ [570, с.164–165].

¹ В такой формулировке этот постулат явно ошибочен.

«Дело в том, что в некоторых случаях могут быть осуществлены такие процессы, в которых источник теплоты, производя работу, охлаждается ниже температуры окружающей среды. Например, если сжатый газ, находящийся в баллоне, температура которого равна температуре окружающей среды, выпустить в цилиндр с нагруженным поршнем, то, расширяясь, газ произведет работу (поднимет поршень с грузом). Таким образом, работа произведена, а температура газа стала ниже температуры окружающей среды; казалось бы, что этот процесс противоречит второму закону термодинамики» [326, с.49].

Чтобы такой процесс не противоречил второму закону термодинамики, «М. Планк предложил формулировку более четкую, чем формулировка Томсона: невозможно построить периодически действующую машину, все действие которой сводилось бы к поднятию некоторого груза и охлаждению теплового источника» [там же, с.49].

Формулировка стала точной, однако перестала выражать те (несуществующие) особенности теплового движения, которые имели в виду В. Томсон и Р. Клаузиус, а стала выражать особенности круговых процессов, которые, однако, считаются особенностями теплоты.

К этой аксиоме Томсон дает примечание: «Если бы мы не признали эту аксиому действительной при всех температурах, нам пришлось бы допустить, что можно ввести в действие автоматическую машину и получать путем охлаждения моря или земли механическую работу в любом количестве, вплоть до исчерпания всей теплоты суши и моря или, в конце концов, всего материального мира» [там же, с.165]¹.

Далее Томсон приводит доказательство *Положения II*, которое заключает словами:

«Следовательно, при определенных температурах источника тепла и холодильника никакая машина не может извлечь из данного количества введенного в нее тепла больше работы, чем машина, удовлетворяющая условиям обратимости, что и требовалось доказать» [там же, с.166].

Затем он пишет:

«Это положение было впервые высказано Карно, у которого оно явилось критерием совершенной термодинамической машины. Карно обосновал это положение, доказав, что отрицание его повлекло бы за собой допущение возможности создания автоматической машины, которая могла бы давать неограниченное количество механической работы без всякого источника... ..Но это доказательство в основном исходит из предположения, что «в полном цикле операций» среда отдает в точности то количество тепла, какое она получает. Очень серьезное сомнение по поводу правильности этого положения, как основного принципа было высказано самим Карно, а что оно ложно в тех случаях, когда в процессе механическая работа в общем итоге не получается и не отдается, это (как я постарался выше показать) можно считать установленным вполне точно. Приходится, следовательно, считать, что первоначальное доказательство Карно совершенно отпадает, но отсюда не следует делать вывода, что самое положение ложно. И в самом деле, правильность этого положения показалась мне настолько вероятной, что я его, в сочетании с принципом Джоуля, в силу которого доказательство Карно становится несостоятельным, положил в основание исследования о движущей силе теплоты в воздушных и паровых машинах с конечной разностью температуры...» [570, с.166–167].

Таким образом, В. Томсон, подобно Клаузиусу, желая согласовать вытекающий из положения о существовании неунитожимого теплохода принцип Карно с принципом Джоуля, ввел в теорию в качестве необходимого условия для превращения теплоты в работу переход части теплоты к холодному телу. Но если для превращения теплоты в работу часть ее должна перейти к холодному телу, то отсюда необходимо следует вывод о деградации (рассеянии) энергии, который В. Томсон сам сделал в работе «О проявляющейся в природе общей тенденции к рассеянию механической энергии»:

«1. В материальном мире существует в настоящее время общая тенденция к расточению механической энергии.

¹ Такую машину В. Оствальд назвал вечным двигателем второго рода.

2. Восстановление механической энергии в ее прежнем количестве без рассеяния ее в более чем эквивалентном количестве не может быть осуществлено при помощи каких бы то ни было процессов с неодушевленными предметами...» [571, с.182].

Интересно, что положение о рассеянии (деградации) энергии у самого В. Томсона одно время вызывало сомнение. Планк писал:

«Существенная слабость этой теории (Карно-Клапейрона – В. И.) лежит уже в допущении, что хотя работа и не может возникнуть из ничего, но все же она может перейти в ничто. Это и высказывает твердо Клапейрон; он говорит: при непосредственном переходе теплоты от более теплого к более холодному телу величина действия (способность совершать работу) пропадает. По его мнению, стало быть, вполне возможно потерять работу без получения какого-либо эквивалента в виде компенсации. Так же думал он и по поводу трения: оно уничтожает живую силу, не давая взамен ее никакого эквивалента. Томсон, напротив, усмотрел в этом пункте значительную трудность теории Карно, поскольку он уже тогда был проникнут убеждением, что принцип *perpetuum mobile* обратим. Он высказывается таким образом: если при непосредственном переходе теплоты от более высокой к более низкой температуре затрачивается действие теплоты, то что же тогда происходит с механическим эффектом, который мог бы быть получен благодаря этому переходу? В природе ничего не может быть потеряно, *энергия неуничтожаема*; стало быть, спрашивается, каково же действие, которое возникает взамен перехода теплоты? Он считает этот вопрос запутанным (*perplexing*) и полагает, что последовательная теория теплоты должна дать на него удовлетворительный ответ» [482, с.27].

Таким образом, Томсон поначалу не соглашался с выводом о деградации энергии, но впоследствии изменил свою точку зрения. А дальше ошибочные представления о деградации (рассеянии) энергии, а также о невозможности полного превращения теплоты в работу, о необходимости разности температур для превращения теплоты в работу (принцип Карно) другие физики восприняли как абсолютные истины, и они сохраняются в науке уже 150 лет.

Выше говорилось, что современные специалисты в области энергетики правильно обосновывают необходимость холодильника и передачи ему части теплоты тем, что в тепловом двигателе происходит круговой процесс. Между тем, некоторые авторы описывают процесс в тепловом двигателе так, как можно было бы описывать во времена Карно.

В курсе термодинамики для машиностроительных и теплотехнических специальностей вузов [452] параграф «Превращение теплоты в работу в тепловом двигателе» начинается так:

«Для того чтобы непрерывно производить работу, надо иметь по меньшей мере два тела с разными температурами, т. е. два источника теплоты. Однако наличие разности температур еще недостаточно для осуществления процесса превращения теплоты в работу; так, например, если два тела с

разными температурами привести в соприкосновение, то теплота перейдет от горячего тела к холодному без совершения какой-либо полезной внешней работы. Для создания теплового двигателя надо между телами разной температуры совершить некоторый замкнутый процесс или цикл. Для этого необходимо вспомогательное тело, которое во время работы теплового двигателя будет периодически многократно изменять свое состояние, т. е. совершать круговой процесс. Такое тело называют *рабочим*.

На одном из участков кругового процесса рабочее тело расширяется, совершая положительную работу... за счет теплоты, полученной от более нагретого тела, и частично за счет своей внутренней энергии. На другом участке рабочее тело возвращается в исходное состояние. Для этого над рабочим телом должна быть совершена работа сжатия...» [452, с.58] .

Такое впечатление, что, по мнению автора такого описания, процесс в тепловом двигателе полностью аналогичен процессу в водяном двигателе. С самого начала говорится о необходимости двух температур – как двух уровней воды в случае водяного двигателя. Но двух уровней температур (воды) недостаточно: если теплота (вода) будет просто переходить (падать) с высокого уровня на низкий, работа производится не будет. Нужно рабочее тело (водяное колесо), которое будет менять свое состояние. А то, что обстоятельство, что для преобразования теплоты в механическое движение (для производства работы) тело должно не просто изменять состояние (состояние вещества изменяется, и тогда, когда изменяется его цвет), а расширяться и сжиматься, преподносится как второстепенное, о нем сообщается уже во втором абзаце. Главный элемент теплового двигателя, элемент, который собственно и производит превращение теплоты в механическое движение – рабочее тело – цитируемый автор называет «вспомогательным телом»!

Близкие к изложенному описания процесса в тепловом двигателе даны в курсах физики [327, с.159-160] и [367, с.207-207] ¹.

В первой книге можно прочитать:

«Тепло Q_1 , отбирается от нагревателя и затрачивается на работу расширения A_1 , которая отдается окружающим телам. Далее, рабочее тело приво-

¹ Подобным образом описывал работу тепловых машин В. Оствальд.

«В силу каких причин теплота может производить работу? Ответ на это дал в 1824 г. артиллерийский лейтенант Сади Карно... Ответ был таков.

Во-первых, ясно, что покоящаяся теплота не может произвести работы. В пространстве с постоянной температурой не происходит никакого процесса, с помощью которого теплота могла бы превращаться в работу, чтобы это было возможно, необходимо существование пространства с различными температурами. В паровых машинах такие пространства суть котел и холодильник. Но и различные температуры могут, благодаря передаче движения, так уравняться, что работа не будет происходить. Следовательно, надо так устроить паровые машины, чтобы изменение температуры в них не являлось бы следствием передачи движения. В паровых машинах это достигается путем того, что горячий пар работает в поршне; при этом он охлаждается» [465, с.181-182].

дится в контакт с холодильником, которому оно отдает тепло Q_2 за счет работы A_2 , совершаемой внешними силами над рабочим телом)» [327, с.160].

Цитируемый автор забыл сказать о процессе, в котором температура тела понижается до температуры холодильника; в идеальной машине Карно это адиабатическое расширение рабочего тела.

Во второй книге написано:

«Поскольку непосредственный обмен теплом между этими телами недопустим, то прежде всего ясно, что для производства работы необходимо привлечь еще одно, вспомогательное тело; будем называть его рабочим телом. В качестве этого тела можно представить себе цилиндрический сосуд с газом под поршнем» [367, с.207-208].

Цилиндрический сосуд с газом под поршнем – это не рабочее тело. Рабочим телом в тепловой машине является газ. Именно газ образует подводимую к машине теплоту в механическое движение, расширяясь в процессе поглощения тепла машиной. А цилиндр и поршень – это вспомогательные тела. Теплоту можно преобразовывать в работу без цилиндра и поршня – используя, например, эластичную оболочку или сильфон¹. Но без тела, способного изменять объем при изменении температуры, преобразовать теплоту непосредственно в механическое движение невозможно.

Интересно отметить, что ряд важнейших положений теории тепловых двигателей С. Карно излагал (и понимал) гораздо яснее, чем некоторые современные авторы. Он не только выставил ошибочное положение «повсюду, где возможно восстановление равновесия теплорода, возможно получение движущей силы» [308, с.21], но и высказал такое, о чем современные авторы как-то забывают. Карно писал:

«Водяной пар есть одно из средств обнаруживать эту силу, но не единственное: все тела природы могут быть применены для этого; **все тела способны к изменению объема, к сжатию и расширению при действии тепла и холода; все способны при изменении своего объема побеждать некоторые сопротивления, и, таким образом, развивать движущую силу.** Твердое тело, например железный стержень, попеременно нагреваемый и охлаждаемый, увеличивается и уменьшается в длине и может двигать тела, прикрепленные к его концам. Жидкость, попеременно нагреваемая и охлаждаемая, увеличивается и уменьшается в объеме и может победить более или менее значительные препятствия, мешающие ее расширению. Газообразная жидкость способна к большим изменениям объема при изменении температуры: если она находится в сосуде, который может расширяться, например в цилиндре с поршнем, то она произведет значительные движения. Пары всех тел, способных переходить в газооб-

¹ А в земной атмосфере теплота превращается в механическое движение воздушных масс без вспомогательных тел.

разное состояние — алкоголя, ртути, серы и т. д. — могут исполнять ту же роль, что и пары воды» (выделено мной — В.И.) [там же].

Основываясь на своей теории теплового двигателя, Карно разбирает вопрос, который современные авторы почему-то не рассматривают: можно ли использовать в качестве рабочего тела твердые тела и жидкости. Он пишет:

«Мы показали, что наиболее выгодный способ употребления тепла для получения движущей силы есть тот, при котором все изменения температуры, происходящие в телах, обязаны изменению объема» [308, с.51].

Основываясь на этом положении, а также учитывая другие соображения, Карно делает вывод о малой пригодности твердых тел и жидкостей и заключает:

«Упругие жидкости, газы или пары, суть орудия, поистине предназначенные для развития движущей силы. Они соединяют все условия для хорошего выполнения этой задачи. Их легко сжимать; они обладают свойством почти неограниченно расширяться; изменения объема вызывают в них большие изменения температуры, наконец, они очень подвижны, их легко быстро нагревать и охлаждать, легко переносить с одного места в другое, что позволяет им быстро выполнять требуемые от них действия» [там же, с.52].

Далее Карно излагает принципы, которыми нужно руководствоваться, создавая тепловые двигатели:

«1. Температура газа должна быть первоначально как можно выше, чтобы получить большее падение теплорода и отсюда значительное развитие движущей силы.

2. По той же причине охлаждение должно быть как можно больше.

3. Переход упругой жидкости от наиболее высокой температуры к наиболее низкой должен происходить от увеличения объема, т. е. охлаждение газа должно происходить самостоятельно от его расширения» [там же, с.53].

По поводу этих принципов А. А. Радциг писал:

«Формулировка этих условий совершенно правильна, позднейшая история тепловых двигателей вполне подтверждает правильность взглядов Карно. Дальнейшие его рассуждения точно так же совершенно правильны, и, читая их, думаешь, что имеешь дело с современной работой, а не с книгой, написанной 100 лет тому назад» [506, с.42].

Возникает вопрос, почему физики не заметили ошибочность тех положений теории Карно, что теплота производит работу только при наличии двух тел с различными температурами и положения Карно-Клаузиуса, что для преобразования теплоты в другие виды энергии часть ее должна перейти к холодному телу?

Думается, тому есть несколько причин. Во-первых, эти положения действительно для двигателей, в которых рабочее тело совершает цикл — паровых машин, двигателей Стирлинга, паровых турбин, ГТУ,

работающим по замкнутому циклу [326, с.284]. Паровые машины длительное время были единственными тепловыми двигателями, паровые турбины и сейчас широко применяются в энергетике. Соответственно, положения теории Карно применялись на практике и подтверждались практикой.

Во-вторых, соотношение, которое выражается теоремой Карно, хотя и не связано с особенностями теплоты как формы движения, выражает другие закономерности, связывающие термодинамические свойства веществ, о чем будет сказано ниже.

В третьих, ряд найденных опытным путем закономерностей были ошибочно истолкованы как следствия теории тепловых двигателей Карно-Клаузиуса-Томсона. По-видимому, к такому относится вывод о повышении КПД ВРД при повышении средней температуры в нем.

Сегодня же, когда все большее распространение получают преобразователи теплоты, в которых не происходят круговые процессы (например, ГТУ), сохранение в теории преобразователей энергии ошибочных положений теории тепловых двигателей Карно-Клаузиуса-Томсона существенно тормозит развитие энергетики.

Когда КПД больше 100%

Основываясь на приведенном выше разборе основных положений теории тепловых двигателей, можно категорически заявить: если сегодня абсолютной истиной считается принцип Карно, то основные закономерности превращения тепловой энергии в механическую даже специалистам известны лишь частично.

Не лучше обстоит дело и в теориях других преобразователей энергии: в этих теориях, с одной стороны, производят разнообразные вычисления, не удосужившись выяснить, какого рода превращения энергии происходят в тех или иных случаях, с другой — часто некорректно заимствуют положения теории идеальных тепловых двигателей.

Приведем ряд рассуждений о преобразованиях энергии и о КПД химических источников электрической энергии (ХИЭЭ).

«Один из новых и наиболее вероятный источник «чистой» энергии — электрохимический генератор. Это устройство, в котором энергия химической реакции между природным или синтезированным видом топлива и окислителем непосредственно превращается в электрическую энергию...

В тепловых машинах коэффициент полезного действия ограничивается циклом Карно и зависит от перепада температуры теплоносителя до и после процесса, в то время как к.п.д. электрохимических циклов, использующих процессы при постоянном давлении и температуре, теоретически приближается к 100%... Из термодинамического анализа следует возможность создания ЭХГ с к.п.д. выше 100%. Это связано с использованием изобарно-изотермического процесса, к.п.д. которого η описывается, согласно Гиббсу, выражением:

$$\eta = 1 + T \Delta S / Q_p,$$

где Q_p – теплота реакции.

В зависимости от знака ΔS (разности энтропии исходного и конечного состояний) к.п.д. может быть меньше, равен или больше 100%. В последнем случае используется тепло окружающей среды, которое ЭХГ превращает в электрическую энергию» [378, с.13] (см также [342, с.24–25]).

«...В элементе можно преобразовать в электроэнергию в лучшем случае полную калориметрически измеряемую (так называемую низшую) теплотворную способность топлива $-\Delta H_H$...

При более точном расчете следует, конечно, учесть, что согласно второму закону термодинамики (о неполноценности тепловой энергии), в высококачественную, особенно электрическую, энергию может быть преобразована не вся теплотворная способность $-\Delta H_H$, а лишь часть ее, равная разности между ΔH и $T\Delta S$... Если при работе топливного элемента давление p также поддерживается постоянным, то максимальное количество электроэнергии, которое может быть получено, равно изменению свободной энергии $-\Delta G$ в результате реакции.

$$-\Delta G = -\Delta H + T \Delta S...$$

Для определения максимального к.п.д. топливного элемента при полном сгорании топлива разделим максимально возможную для получения электроэнергии свободную энергию $-\Delta G$ на определяемую инженерными методами теплотворную способность $-\Delta H$. Получаем

$$\varepsilon = \Delta G / \Delta H = 1 - T(\Delta S / \Delta H)...$$

Следует указать, что к.п.д. может быть не только меньше, но и больше единицы (т. е. больше 100%). Это объясняется тем, что знак перед ΔH для экзотермических (выделяющих энергию) реакций, согласно определению отрицателен, а изменение энтропии в результате реакции может быть как меньше нуля, так и больше...» [654, с.18–20].

Итак, под КПД понимают отношение полезной энергии, получаемой в преобразователе, к энергии, подводимой к преобразователю. В ЭХГ (топливных элементах) химическая энергия непосредственно превращается в электрическую. Следовательно, под КПД ЭХГ следует понимать отношение электрической энергии, возникшей за какое-то время, к химической, потребленной ЭХГ за то же время.

Мерой изменения химической энергии считается тепловой эффект реакции $Q_p (-\Delta H)$ – величина, которая показывает, сколько тепловой энергии образуется при данных давлении и температуре, если прореагируют данные количества веществ.

Почему же в идеальных условиях КПД некоторых ЭХГ может быть больше 100%? Потому, что, как указывают цитированные авторы, в этих ЭХГ происходит поглощение теплоты из окружающей среды (как, например, в том случае, когда в топливном элементе реагируют углерод и кислород с образованием монооксида углерода (CO) [342, с.18]). Такой топливный элемент преобразует в электроэнергию не только хими-

ческую энергию реагирующих веществ, но и теплоту, поглощаемую из окружающей среды ¹, которая не учитывается в качестве потребляемой (преобразуемой), из-за чего и получается КПД больше 100% ².

Интересно, что при этом забывают элементарнейшие положения термодинамики: работа, совершаемая системой при переходе из начального состояния в конечное, зависит от пути перехода.

Из начального состояния, в котором имеются углерод и кислород, в конечное, в котором имеется СО, можно перейти путем химического или электрохимического окисления углерода. На первом пути выделяется теплота $-\Delta H$, на втором совершается работа $-\Delta G$ и поглощается (в других реакциях может выделяться) теплота Пельтье. Пути различные, превращения энергии в них различные, соответственно, величина $\Delta G/\Delta H$ является не характеристикой преобразования энергии в ХИТ, а сравнительной характеристикой электрохимического и химического окисления углерода (электрохимической и химической реакций) ³.

И, конечно, любопытно читать в одной книге, что согласно второму закону термодинамики в высококачественную электрическую энергию может быть преобразована только **часть** теплотворной способности топлива, а чуть ниже, что КПД, равный отношению этой части ко всей теплотворной способности, может быть больше 100% [654, с.19-20]. Тем самым авторы походя «опровергают» древнюю аксиому «целое больше части».

Вот до каких, по сути абсурдных, выводов доходят специалисты, не желающие анализировать превращения энергии и бездумно повторяющие устаревшее сто лет назад положение о том, что в соответствии со вторым законом термодинамики в высококачественную электрическую энергию можно превратить только часть теплотворной способности топлива.

¹ Эта теплота называется теплотой Пельтье [79, с.20].

² Г. Н. Алексеев совершенно правильно отмечал, что значение КПД топливного элемента больше 100% «объясняется не совсем строгим определением к.п.д., так как в качестве затраченной энергии берется только тепловой эффект реакции, без учета тепла, поглощаемого из окружающей среды» [70, с.118].

³ Выше говорилось, что Э. Э. Шпильрайн показал возможность полного превращения возникающей в ГТУ теплоты в работу в разомкнутом процессе, однако, показав, что величина полученной работы, равная Q_p ($-\Delta H$), меньше ΔG , пришел к ошибочному выводу, что полученный им результат не противоречит утверждению о невозможности полного превращения теплоты в работу.

По такой же логике можно заявить о том, что эффективность передачи воздуха по металлической трубе, где количество воздуха на входе равно количеству на выходе, меньше 100%, поскольку если тот же воздух подавать в эжектор (см. [326, с.229]), то на выходе можно получить массовый расход воздуха больше, чем на входе (ведь в эжекторе в движение вовлекается атмосферный воздух).

Интересные выводы в своем стремлении доказать невозможность превращения теплоты окружающей среды в электроэнергию делает и В. М. Бродянский. Он пишет:

«Превращения энергии в ЭХГ, происходящие с поглощением теплоты и $\eta_T > 100\%$ вовсе не свидетельствует о получении энергии «за счет теплоты окружающей среды»...

Первая диаграмма... показывает ход потоков энергии... Из этой диаграммы может действительно сложиться впечатление, что $L_{эл}$ возникает, хотя бы частично, и из $Q_{o.c.}$. Но энтропийная и эксергетическая диаграммы неопровержимо свидетельствуют, что дело обстоит иначе. Вся поступившая энтропия идет только на ее увеличение в реагентах ($S_2 > S_1$)» [140, с.219].

Прокомментируем эти рассуждения, используя пример. Пусть система $C + 1/2O_2$ переходит в состояние CO путем химической реакции при постоянных давлении и температуре. При этом выделяется теплота в количестве $-\Delta H$. Если та же система совершает переход из того же начального в то же конечное состояние путем электрохимической реакции, то образуется электроэнергия в количестве $-\Delta H + T\Delta S$ и поглощается теплота в количестве $T\Delta S$. По закону сохранения энергии, изменение энергии системы при ее переходе из начального состояния в конечное не зависит от пути перехода, и вполне понятно, что во втором случае система отдала вовне больше энергии (электрической), чем в первом тепловой, потому что во втором процессе произошло преобразование в электроэнергию теплоты, поглощенной из окружающей среды в количестве $T\Delta S$. Отрицая, «что $L_{эл}$ возникает, хотя бы частично, и из $Q_{o.c.}$ », отрицая образование электроэнергии из теплоты окружающей среды, В. М. Бродянский тем самым признает невозможность образования энергии из ничего.

В статье [141] он тоже рассматривает КПД ХИТ.

«...Такой КПД (определяемый как $\Delta H/\Delta G - В. И.$), рассчитанный для идеального ЭХИТ, может быть как больше, так и меньше единицы. Например, для ЭХИТ, в котором происходит реакция $H_2 + 1/2O_2$ такой КПД будет вместо 1,00 равен 0,83, а для такого, где используется реакция $C + 1/2O_2$ (угольно-кислородного), составит 1,24! Естественно, что эксергетический КПД η_e в обоих случаях равен единице. Соответственно, КПД, подсчитанные и для реальных систем без учета Второго начала, могут быть как больше, так и меньше 100%... Эти дезориентирующие показатели используются в солидных научных трудах по электрохимии, и на их основе делаются далеко идущие выводы. Электрохимические установки не занимают еще существенного места в энергетике, поэтому такие «оценки» их эффективности только путают студентов и инженеров и вводят в заблуждение изобретателей вечных двигателей...» [141, с.30].

Теперь спросим: кто кого путает?

Пусть нужно обогреть помещение, окисляя углерод до CO . Теплоту можно получить путем химического окисления углерода. А можно и

по-другому: окислить углерод до СО путем электрохимической реакции, а полученную электроэнергию преобразовать в тепло. Второй способ более сложный, но в нем при использовании того же количества углерода получается в конечном итоге на 24% теплоты больше. Эти 24% поглощаются из окружающей среды. Следовательно, второй способ в энергетическом отношении выгоднее. Кроме того, электроэнергию проще передавать потребителю без потерь, чем теплоту.

Теперь будем использовать для получения теплоты окисление водорода. Используя электрохимическое окисление водорода, можно получить электроэнергию в количестве 83% от того количества теплоты, которое выделяется при химическом окислении. 17% химической энергии превратится в теплоту и выделится в самом топливном элементе, соответственно не в том месте, где нужно потребителю. Следовательно, при использовании водорода для обогрева, его целесообразно окислять химически в местах потребления.

И вот, используя эксергетический КПД, В. М. Бродянский убеждает читателей, что существенной разницы между процессами электрохимического окисления водорода и углерода (до СО) нет – эксергетический КПД в обоих случаях равен единице. То обстоятельство, что при электрохимическом окислении углерода можно получить почти на четверть больше энергии, чем при химическом, ничего не значит! Думается, в данном случае дезориентирующим показателем является все-таки эксергетический КПД ¹.

Еще несколько примеров путаницы, которая возникает, когда не принимаются во внимание происходящие в устройствах преобразования энергии. В научно-популярной книге, написанной специалистом в области энергетики, читаем:

«Термодинамика позволяет исследовать и рабочий процесс нетепловых преобразователей энергии – топливных элементов (и других), в которых химическая энергия реакции (например, соединения водорода и кислорода) непосредственно превращается в электрическую, минуя тепловой этап...

КИЭ (коэффициент использования энергии – В. И.) – отношение полученной электрической энергии (работы) к затраченному теплу – составит...» [71, с.50].

Сначала говорится о нетепловом преобразователе, о том, что в нем нет «теплового этапа», а в конце полученная электроэнергия делится на неизвестно откуда взявшееся затраченное тепло!

¹ Эксергия E_T теплоты Q определяется выражением $E_T = Q(1 - T_0/T)$, где T – температура источника теплоты, а T_0 – наименьшая из располагаемых температура окружающей среды (см. например [246, с.159-160]). В содержание понятия эксергия, таким образом, заложено в скрытом виде то ошибочное положение, что более полного преобразования теплоты в другие формы энергии, чем в цикле Карно, быть не может. Благодаря использованию величины эксергии особенность круговых процессов незаметно приписывается теплоте.

В монографии по никель-водородным аккумуляторам написано:

«Термический КПД металл-водородных систем σ характеризует степень превращения теплоты в работу, т. е. является отношением максимально полезной работы, которую может совершить система, к тепловому эффекту реакции в ней $\sigma = \Delta G/\Delta H...$ » [620, с.9].

В термодинамике под термическим КПД тепловых машин понимают отношение величины работы, полученной в машине к подведенному за то же время количеству теплоты. К аккумуляторам термин «термический КПД» неприменим. Извиняет авторов монографии только то, что термин «термический КПД» по отношению к ХИТ применяет и специалист в области энергетики [141, с.219].

Академик А. И. Опарин писал:

«Если бы превращения энергии происходили в организмах так же, как и в тепловых двигателях, то при возможных для живых существ температурных перепадах коэффициент их полезного действия выражался бы ничтожными долями процента. Между тем он удивительно высок, значительно выше того, который достигнут сегодня в тепловых двигателях. Это объясняется тем, что распад и окисление сахара или другого дыхательного материала происходит в организме не как единый химический акт, а через ряд индивидуальных, согласованных между собой во времени реакций» [461, с.23].

Удивляться нечему. «Если бы превращения энергии происходили в организмах так же, как и в тепловых двигателях», организмы получали бы от окружающей среды теплоту и превращали бы ее в механическое движение (или получали бы химическую энергию и преобразовывали бы ее сначала в теплоту, а теплоту – в механическое движение). Но в организмах происходят совершенно другие преобразования энергии – химической (и тепловой) в тепловую, механическую, химическую, электрическую. Соответственно, ограничения, действительные для тепловых двигателей, к ним не имеют никакого отношения.

Выше мы приводили слова Энгельса из предисловия ко второму изданию «Анти-Дюринга», написанном в 1885 г., о том, что если раньше основной закон движения понимался лишь как закон сохранения энергии, то «это узкое, отрицательное выражение все более вытесняется положительным выражением в виде закона превращения энергии...» [14, с.13], и что мысль о сохранении энергии «служит добытой раз навсегда основой гораздо более содержательного отныне исследования самого процесса превращения» [там же].

Сегодня можно утверждать, что Энгельс заблуждался – «узкое, отрицательное выражение» о сохранении энергии и сегодня является господствующим; содержательным исследованием процессов превращения энергии даже в технических устройствах, имеющих огромное практическое значение, до сих пор мало кто занимался.

«...Термодинамика не только не способствовала существенному прогрессу в практике преобразования тепла в работу, но и привела к дезориентации как инженерной, так и общественной мысли» [536, с.12].

Термодинамику незаслуженно называют наукой «о закономерностях превращения энергии» [326, с.4].

Сомнительные выводы из второго закона термодинамики, касающиеся Вселенной

Итак, все аргументы в пользу того, что теплота — энергия низкого качества, что в природных процессах происходит деградация энергии, являются несостоятельными. Однако, устранение из термодинамики ложных положений, касающихся закономерностей превращения энергии (форм движения), не приведет к устранению из нее всех положений, которые могут служить основаниями для ложных заключений. Многие авторы, не упоминая о превращениях энергии, делали на основе второго закона термодинамики или одной из его формулировок — закона возрастания энтропии — следующие противоречащие диалектико-материалистическим воззрениям выводы:

- об одностороннем (в определенном направлении) изменении (эволюции) Вселенной (мира в целом) [190, с.374-378; 258, с.688-701; 429, с.75-106; 598, с.397-478; 661, S.42];
- о нарастании во Вселенной хаоса, беспорядка [177, с.27-28, с.49; 432, с.19-30, 58-62; 496, с.36; 507, с.281];
- о стремлении Вселенной к некоторому предельному состоянию [129, с.389; 190, с.374-378; 500, с.324-325; 661, S.42];
- о стремлении Вселенной к тепловой смерти [444, с.10; 495, с.8];
- о неизбежности тепловой смерти Вселенной [222, с.351; 432, с.22];
- о том, что Вселенная существует конечное время [258, с.700-701; 432, с.22; 450, с.160-163].

Приведем ряд характерных рассуждений.

Р. Клаузиус: «Второе начало термодинамики, в том виде, какой я ему придал, гласит, что все совершающиеся в природе превращения в определенном направлении, которое я принял в качестве положительного, могут совершаться сами собою, т.е. без компенсации, но в обратном, т.е. отрицательном, направлении они могут происходить только при условии, если они компенсируются происходящими одновременно с ними положительными превращениями. Применение этого начала ко всей Вселенной приводит к заключению, на которое впервые указал У.Томсон. В самом деле, если при всех происходящих во Вселенной изменениях состояния превращения в одном определенном направлении постоянно преобладают по своей величине над превращениями в противоположном направлении, то общее состояние Вселенной должно все больше и больше изменяться в первом направлении и таким образом оно должно непрерывно приближаться к предельному состоянию» [661, S.42].

Г. А. Лоренц: «Энтропия изолированной системы, т.е. системы, не обменивающейся теплотой с окружающей средой, не может убывать. Но тогда энтропия всей Вселенной не может убывать, ибо Вселенная представляет собой изолированную систему» [390, с.56].

И. А. Каблуков: «При необратимых процессах энтропия может только увеличиваться. Так как жизнь Вселенной есть сцепление ряда необратимых процессов, то Клаузиус высказал положение: энтропия Вселенной стремится к максимуму» [298, с.252].

Дж. Фен: «Любой спонтанный процесс в любой изолированной системе всегда приводит к росту энтропии этой системы» [587, с.273]. «...Рассматривая всю Вселенную как единую систему, можно сделать следующее утверждение, вытекающее из второго начала термодинамики: энтропия Вселенной всегда растет» [там же, с.274].

Н. Винер: «Мы погружены в жизнь, где мир в целом подчиняется второму закону термодинамики: беспорядок увеличивается, а порядок уменьшается» [177, с.49]; «Вселенной в целом, если действительно существует Вселенная как целое, присуща тенденция к гибели» [там же, с.27].

Ф. Рейф: «Принцип возрастания энтропии создает впечатление, что мир приближается к ситуации, характеризующейся все возрастающим беспорядком» [507, с.281]. (См. также напр. [500, с.436; 496, с.36])

Еще раз подчеркнем, что диалектическому материализму противоречат не только положения о нарастании во Вселенной хаоса, ее стремлении к предельному состоянию, тепловой смерти, конечном времени ее существования, но и об одностороннем (в определенном направлении) изменении (эволюции) Вселенной (мира в целом) (см. гл. 6).

Разумеется, утверждения, будто какие-то следствия второго закона термодинамики противоречат диалектическому материализму, диалектического материалиста могут заставить усомниться не в истинности диалектического материализма, а в истинности второго закона термодинамики. Еще больше сомнений должны вызвать те рассуждения, в которых на основе второго закона термодинамики получаются ложные выводы. Поэтому выясним, действительно ли из второго закона термодинамики следуют названные положения.

Две части второго закона термодинамики. Принцип существования энтропии

Занимаясь исследованием выводимости ложных заключений из второго закона термодинамики, нужно иметь в виду, что этот закон состоит из двух частей, «представляет собой в сущности совокупность ряда положений, относящихся, во-первых, к состояниям равновесия, и, во-вторых, к процессам, происходящим в физических системах» [376, с.47] (см. также [111, с.129-214; 222, с.106-107; 266, с.41-42; 294, с.58]).

Первая часть, относящаяся к состояниям равновесия физических систем (или равновесным (квазистатическим) процессам — непрерыв-

ным последовательностям равновесных состояний [101, с.23-24; 294, с.30-34; 530, с.45-46]), – представляет собой теорему (у некоторых авторов – принцип) существования энтропии, согласно которой величина $\delta Q/T$ (где δQ – бесконечно малое количество теплоты, сообщаемой термодинамической системе в равновесном процессе; T – температура системы, измеренная в термодинамической шкале температуры) является полным дифференциалом функции, зависящей только от параметров состояния системы (т.е. функции состояния системы) – энтропии S :

$$dS = \delta Q/T \quad (7)$$

(см. например [101, с.57-58; 294, с.58; 329, с.143, 156-157; 390, с.31; 530, с.128; 590, с.904]).

Содержание уравнения (7) можно выразить и по-другому: для любой равновесной термодинамической системы

- а) существует функция состояния S , определяемая уравнением (7);
- б) температура T является интегрирующим делителем для δQ [390, с.32; 460, с.56];
- в) $1/T$ является интегрирующим множителем для δQ [376, с.64; 156, с.86-88; 465, с.56].

То, что функция S , определяемая уравнением (7), является функцией состояния, можно выразить и в такой форме: для любого равновесного кругового процесса, совершаемого любой термодинамической системой

$$\oint \delta Q/T = 0 \quad (8)$$

(см. например [101, с.58; 329, с.142, 155; 376, с.66; 390, с.31; 590, с.904]).

Формула (8), записанная для цикла Карно, эквивалентна теореме Карно [329, с.126-138; 390, с.22-27; 655, с.189-191].

Согласно первому закону термодинамики,

$$\delta Q = dU + A_i dx_i \quad (9)$$

где U – внутренняя энергия системы, A_i – обобщенная сила (например давление, электродвижущая сила (ЭДС) электрохимической системы), x_i – обобщенная координата состояния (объем, электрический заряд и т.п.).

Величина $A_i dx_i$ называется обобщенной работой.

В общем случае, когда в процессе изменяется несколько координат состояния,

$$\delta Q = dU + \sum A_i dx_i. \quad (10)$$

Следствием (7) и (9) является обобщенное уравнение Клапейрона-Клаузиуса [376, с.68; 390, с.36-39; 503, с.125-126]:

$$(\partial U/\partial x_i)_T + A_i = T(\partial A_i/\partial T)_{x_i} \quad (11)$$

На основе принципа существования энтропии в термодинамике получают множество соотношений (формул), связывающих парамет-

ры систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия, в том числе уравнение Клапейрона-Клаузиуса, закон действующих масс, закон Стефана-Больцмана и множество других (см. например [129, с.337-339; 376, с.65-115; 294, с.128-129; 101, с.99-117, с.178-222; 390, с.32-54; 503, с.106-126; 157, с.147-153]).

Вывод указанных уравнений делают методом циклов (круговых процессов), используя уравнение (8), либо методом термодинамических потенциалов (методом характеристических функций), используя уравнение (7) либо (11).

Трудно переоценить роль принципа существования энтропии в термодинамике.

«Все соотношения, имеющие характер равенств, выводимые из второго начала термодинамики, используют лишь одно свойство энтропии — ее бесконечно малое приращение является полным дифференциалом» [530, с.139].

Эти уравнения получаются путем математического вывода из исходных формул (среди которых формулы (8) — (11)) и являются истинными в той мере, в которой истинными являются исходные формулы.

Множество этих уравнений неоднократно подтверждались экспериментально. Кроме того, Л. Больцман (см. например [129, с.89-99]) и другие авторы (например, Дж. В. Гиббс [206] и А. Эйнштейн [648, с.50-66]) вывели уравнение (7), основываясь на молекулярно-кинетической теории. Поэтому можно утверждать, что истинность второго закона термодинамики для равновесных систем (принципа существования энтропии) была многократно доказана и практически, и теоретически.

Однако здесь следует еще раз подчеркнуть, что принцип существования энтропии относится к равновесным системам, т. е. системам, в которых на макроуровне не протекают никакие процессы, которые не обмениваются с другими системами ни энергией, ни веществом, в которых не только отсутствуют градиенты интенсивных параметров состояния (температуры, давления, концентраций), но и любые части которых имеют одинаковые значения интенсивных параметров состояния. Поэтому **на основе принципа существования энтропии невозможно вывести никакого заключения о будущем не только бесконечной Вселенной, но и о любой конечной системы, в которой протекают какие-либо процессы.**

Абсолютно ложным является утверждение, будто «из Второго начала термодинамики следует, что со временем наступит «смерть» Вселенной» [432, с.22]. Та часть второго начала термодинамики, с использованием которой выводят множество применяемых в практике уравнений, не может служить основанием для такого вывода.

Вторая часть второго закона термодинамики выражается неравенством и имеет ряд формулировок, в числе которых — закон (принцип) возрастания энтропии: «Энтропия изолированной системы при наличии в

ней неравновесных процессов всегда возрастает» [294, с.64] (см. также [266, с.52-54; 376, с.125-128; 390, с.55-56; 503, с.78-79; 530, с.131-133]).

Именно на основе закона возрастания энтропии некоторые авторы делают заключения: «энтропия всей Вселенной не может убывать» [390, с.56] (см. также [587, с.274]); «энтропия мира (Вселенной) стремится к максимуму» (см. например [496, с.172; 661, S.44]). Последняя формулировка и есть одна из формулировок гипотезы тепловой смерти Вселенной.

Таким образом, анализируя логические основания гипотезы тепловой смерти Вселенной, необходимо тщательно рассмотреть второй закон термодинамики для неравновесных процессов (закон возрастания энтропии).

То обстоятельство, что принцип существования энтропии и принцип возрастания энтропии — это два различных положения, первое из которых можно доказывать, а затем использовать независимо от второго, читателю, незнающему с историей термодинамики может показаться очевидным и тривиальным: математики часто сначала доказывают существование какой-то функции, а затем начинают исследовать ее свойства. Между тем, в термодинамике, начиная с работ Р. Клаузиуса, существование и возрастание энтропии рассматривались в неразрывной связи — как следствия одной и той же аксиомы, а второй закон термодинамики для обратимых (равновесных) процессов — как частный случай более общего закона, включающего и положенные курсы термодинамики, излагается как должное, есть результат длительного исторического развития и горячих дискуссий.

Впервые необходимость доказательства существования энтропии, независимо от ее возрастания, т. е. истинности для любых систем формулы (7), осознал в конце XIX в. профессор Киевского университета Н. Н. Шиллер, опубликовавший ряд работ, посвященных этой проблеме (см. например [635]). В 1909 г. немецкий математик К. Каратеодори доказал существование энтропии, исходя из аксиомы: «В любой окрестности произвольно заданного начального состояния имеются состояния, которые нельзя как угодно точно аппроксимировать адиабатическими изменениями состояния» [305, с.197]. В 1921 г. Макс Борн опубликовал статью, «чтобы облегчить изучение работы Каратеодори» [133, с.224]. С возражением против идей Каратеодори выступил Планк, который обращал внимание на то, что «никто еще никогда не ставил опытов с целью достижения всех смежных состояний, какого-либо определенного состояния адиабатическим путем» [481, с.439-440] ¹. Он также написал, что содержание второго закона

¹ Сам Каратеодори обосновал свой принцип с помощью двух магических слов, хорошо известных физикам-теоретикам: «Установлено, что...» [305, с.196].

термодинамики шире аксиомы Каратеодори и что к этой аксиоме «необходимо прибавить еще вторую, не зависящую от первой, аксиому, относящуюся к необратимым процессам, — момент, который впрочем, всегда вполне отчетливо возникал при всех изложениях этого принципа» [там же, с.441-442].

Глубокий анализ содержания второго закона термодинамики выполнила Т. А. Афанасьева-Эренфест [89]. Она, в частности, писала:

«Второе начало термодинамики, несмотря на свою общепризнанность и постоянное применение в разнообразных областях естествознания и техники, до сих пор оставляет некоторую неудовлетворенность. Это сказывается в повторяющихся до сих пор попытках как-то по-новому изложить его, характерным выражением которых может служить недавно появившаяся статья Планка (речь идет о статье [481] — В. И.).

С одной стороны, причина неудовлетворенности та, что кинетическое толкование термодинамических явлений заставляет сомневаться в неуклонной справедливости закона возрастания энтропии — закона, который многими выставляется, как самая сущность второго начала. Но, с другой стороны, неясность ощущается и внутри самой классической термодинамики: одно и то же начало представляется в двух совершенно различных обликах: 1) как утверждение существования интегрирующего множителя для известного выражения dQ и 2) как утверждение о неуклонном возрастании энтропии при реальных адиабатических процессах. Представляется трудным уместить в одно, отчетливое обозримое поле зрения эти оба положения и схватить логическое тождество второго начала и принципа возрастания энтропии.

Одна из задач настоящей работы — показать, что такое тождество совершенно напрасно пытаются устанавливать: его нет и не может быть по самому существу дела, а слияние вышеуказанных положений в сознании физиков в одно «второе начало» произошло исторически в процессе искания. Анализ основ термодинамики помогает отчетливо отделить их друг от друга и проследить, которые из выводов термодинамики от которого из них зависят.

Одновременно с этим выясняется и то, в какой мере основания классической термодинамики могут быть сохранены даже и тогда, когда будут допущены все самые крайние выводы, к которым обязывает кинетическое толкование явлений. И надо сказать, что сохраняется как раз то, чем действительно пользуются во всех применениях термодинамики» [89, с.3].

Т. А. Афанасьева-Эренфест обращала внимание на то, что «замечательный факт» существования интегрирующего делителя для элемента тепла δQ Планк представляет «как нечто тривиальное, не выражающее никаких особых свойств тел» [там же, с.7], и замечала: «повидимому, эта недооценка значения интегрируемости уравнения (2) (выражающего δQ через параметры системы — В. И.) сделала то, что Планк весь вес второго начала полагает в свойстве энтропии возрастать при необратимых процессах» [там же, с.8].

Насколько автор может судить, та точка зрения, что сущность второго закона термодинамики заключается во второй его части, а существовавшие энтропии представляется очевидным и не требующим доказательств, преобладает на протяжении всей истории термодинамики. Тем самым действительное содержание второго закона термодинамики осознается далеко не в полной мере ¹.

Общее начало термодинамики

Говоря о двух частях второго закона термодинамики – принципах существования и возрастания энтропии, – мы излагали современное понимание этого закона. Между тем, в литературе встречаются формулировки второго закона термодинамики, в которых понятие энтропии не упоминается.

«В традиционной интерпретации второй закон термодинамики указывает на одностороннюю тенденцию в развитии систем. В одной из формулировок он гласит: замкнутая изолированная система стремится к равновесию» [219].

Согласно [205, с.110], второй закон термодинамики «может быть выражен в общей форме следующим образом: все системы стремятся к состоянию равновесия».

В наше время такие формулировки второго закона термодинамики встречаются редко. В современных курсах термодинамики постулат *«изолированная макроскопическая система с течением времени приходит в состояние термодинамического равновесия и никогда самопроизвольно выйти из него не может»* [101, с.17] называется «общее начало термодинамики» [101, с.17; 530, с.16], «первый, или основной, постулат термодинамики» [101, с.17], «принцип самоненаушимости равновесного состояния системы» [375, с.13], «постулат о термодинамическом равновесии» [186, с.19] ². Этот постулат является «результатом обобщения опыта» [101, с.17]. В сочетании с теоремой о возрастании энтропии общее начало термодинамики позволяет сделать заключение: энтропия изолированной системы стремится к максимуму. Ведь теорема о возрастании энтропии выражается неравенством и утверждает только то, что энтропия изолированной системы в конечном состоянии больше, чем в начальном.

¹ Работы Н. Н. Шиллера, К. Каратеодори, Т. А. Афанасьевой-Эренфест относят к аксиоматическому направлению в термодинамике. Обсуждение и развитие этого направления см. [111; 199, с.246-275; 221; 222; 376; 526; 604].

² Осознание нетождественности общего и второго начал термодинамики произошло не так давно. Из-за этого, надо полагать, различные авторы называют его по-разному. В работах [156, с.31; 222, с.14; 376, с.22; 294, с.8] формулировка общего начала приводится без названия. В работе [406, с.1121] общее начало термодинамики ошибочно названо нулевым законом термодинамики (о нулевом законе будет сказано ниже).

Как указывал академик АН СССР М. А. Леонтович, «экстраполяция основного положения о том, что ограниченная система с течением времени приходит в состояние равновесия, ...порождала выводы довольно спекулятивного свойства о тепловой смерти Вселенной. Следует заметить, что эти выводы получаются непосредственно как результат распространения на Вселенную одного этого положения, а вовсе не из каких-либо специальных математических формулировок термодинамики, связанных с существованием энтропии» [376, с.134].

«Действительно, этот вывод (о тепловой смерти, – В.И.), есть не что иное, как общее¹ начало термодинамики, распространенное на всю Вселенную» [530, с.136].

Если исходить только из закона возрастания энтропии, то

«можно лишь сказать, что если бы когда либо должна была наступить «тепловая смерть» (состояние равновесия) мира, и еще раньше существовало бы – менее стабильное – состояние равновесия, то новое состояние должно было бы обладать большим значением энтропии, чем прежнее состояние» [156, с.137].

Тот, кто в наше время на основе формулировки «Энтропия изолированной системы стремится к максимуму» выводит заключение о стремлении Вселенной к равновесию, совершает логическую ошибку вида «предвосхищенное основание».

Учитывая общее начало термодинамики, нужно сказать: изолированная система не потому приходит в равновесие, что ее энтропия достигает максимума; возрастание энтропии изолированной системы прекращается потому, что система пришла в равновесие.

Основываясь на общем начале термодинамики, можно было бы заключить: поскольку все неравновесные изолированные системы со временем переходят в равновесие, Вселенная как изолированная неравновесная система тоже перейдет в равновесие. Несложно, однако, показать несостоятельность такого – индуктивного – вывода, причем без привлечения тезиса о бесконечности Вселенной. Достаточно указать, что изоляция какой-нибудь звезды закончится не установлением равновесия, а небольшим космическим взрывом (если изолирующая оболочка окажется достаточно прочной).

Если вспомнить, что, согласно диалектическому материализму, Вселенная является вечной, бесконечной, неизменной в целом, то можно сказать, что она является такой «изолированной» системой, в которой происходит вечное движение (мировой круговорот). Следовательно, из общего начала термодинамики вывод о грядущем переходе Вселенной в равновесие получить невозможно: Вселенная не придет в равновесие, так как находится в равновесии всегда.

¹ А не второе, как полагают сегодня те, кто не очень хорошо разбирается в тонкостях термодинамики, – В.И.

К. А. Путилов писал: «...вообразим себе, что смотрим на звездный мир, как смотрим на стакан воды. Мы не могли бы различать отдельные звезды. Звездный мир нам представился как сплошное супракосмическое тело. С таким же основанием и по тем же причинам, в силу которых мы считаем, что вода в стакане находится в равновесном состоянии, мы, возможно, решили бы, что наблюдаемое нами супракосмическое тело достигло максимума супраэнтропии и пребывает в некоем суправывесном состоянии. С точки зрения «надзвездной термодинамики» это есть состояние тепловой смерти мира, точно так же, как с точки зрения обычной термодинамики равновесное состояние воды, молекулы которой находятся в вечном движении и испытывают соударения, распад, перекоки электронов в оболочках и т. д., есть состояние тепловой смерти воды...

С точки зрения термодинамики любое равновесное состояние возможно, если хотите, назвать состоянием «тепловой смерти вещества». Тем не менее, как нам хорошо известно, молекулы всегда находятся в движении, и вечно происходит смена событий микромира. Так и для мира в целом состояние супратермодинамического равновесия отнюдь не означало бы тепловой смерти в смысле прекращения движения и эволюции звезд. Напротив, гибель и рождение новых звезд при их соударениях – вечная жизнь космоса – являлись бы необходимой предпосылкой супратермодинамической равновесности мира, подобно тому, как аналогичные явления в микромире поддерживают макрофизическую равновесность» [503, с.142].

Следует заметить, что постулат о стремлении всякой изолированной системы к равновесию не имеет ничего общего с известным положением материалистической диалектики о преходящести всех конечных форм материи, которое Энгельс выразил словами: «все, что возникает, заслуживает гибели» [10, с.359]. Это положение является безусловно истинным и относится ко всем конечным материальным системам, гибель которых является закономерным финалом их естественного развития. А об общем начале можно сказать то, что когда-то говорилось о втором начале: оно «предвещает смерть от тюремного заключения» [347, с.258], т. е. насильственную, неестественную смерть¹. Вряд ли такое положение уместно провозглашать одним из основных постулатов физической теории.

В. Ф. Яковлев обращал внимание на такое обстоятельство:

«Опыты показывают, что если небольшие объекты изолировать от внешних воздействий, то в них устанавливается термодинамическое равно-

¹ А. А. Гухман писал: «...Самым общим образом можно утверждать, что любая изолированная система приходит в стационарное состояние, которое сохраняется, пока существует изоляция. Конечный смысл этого утверждения заключается в том, что всякой системе органически свойственно стремление сохранять состояние общего покоя» [222, с.14].

Заключение следует признать ошибочным: из того, что кем-то изолированная, вырванная из естественного окружения система приходит в равновесие, не следует, что ей свойственно стремление сохранять состояние покоя.

весие, характеризующее максимумом энтропии. В то же время на основании такого рода опытов нельзя делать заключение о том, что во всем мире существует общая тенденция к установлению термодинамического равновесия. В этом плане интересно сопоставить факты из другой области. Известно, например, что механическое равновесие систем соответствует минимуму их потенциальных энергий. Но, тем не менее, согласно более общим законам механики (законам сохранения) абсурдно утверждать, что все механические явления протекают в сторону установления механического равновесия, характеризующего минимумом энергии взаимодействия» [655, с.197].

Заметим, что постулатов, подобных общему началу, нет в статике (разделе механики), гидростатике, электростатике. И понятно почему. Постулат о переходе системы в равновесие касается явлений, которые не относятся к предмету теорий, исследующих равновесия тех или иных систем. Думается, термодинамика равновесных процессов (термостатика) станет строже, если вместо постулата о переходе изолированной системы в равновесие указать, что предметом этой теории являются термодинамические системы, находящиеся в равновесии.

Некоторые авторы делали определенные шаги в этом направлении. Так, Ван-дер-Ваальс и Констамм сначала написали, что если изолировать при помощи стенок от внешнего мира некоторое количество вещества («весомой материи»), то спустя некоторое время внутри этой системы прекратятся все видимые движения и наступит стационарное состояние равновесия [156, с.31], а затем выразились так:

«...При нынешнем состоянии наших знаний следует считать по крайней мере сомнительным, все ли материальные системы, которые изолируются при помощи... перегородок, достигают в конечном время «стационарного состояния», или **могут ли они в этом случае, когда это состояние уже достигнуто, рассматриваться в наших рассуждениях как исходные системы.** Для той системы, которую мы называем «жизнью», по-видимому, характерным является во всяком случае ненаступление стационарного состояния; поэтому мы принципиально не останавливаемся на рассмотрении подобных систем, а ограничиваемся «мертвыми системами» (выделено мной – В. И.) [156, с.33].

Я. П. Терлецкий среди исходных аксиом термодинамики первым называл «Постулат существования термодинамического равновесия», согласно которому «всякая термодинамическая система при неизменных внешних условиях имеет состояние термодинамического равновесия, в котором ее макроскопические параметры остаются неизменными с течением времени и из которого система не может выйти спонтанно (самопроизвольно)» [561, с.11]. А то, что «любая находящаяся при неизменных внешних условиях термодинамическая неравновесная система в конце концов переходит в состояние термодинамического равновесия» [там же], по словам Я. П. Терлецкого, «можно рассматривать как дополнительную аксиому» [там же].

О принципе Ле Шателье – Брауна

Во многих курсах термодинамики формулируют и обсуждают принцип Ле Шателье – Брауна.

«Если система находится в состоянии равновесия, то при действии на нее сил, вызывающих нарушение равновесия, система переходит в такое состояние, в котором эффект внешнего воздействия ослабляется» [304, с.124].

«Система, находящаяся в равновесии, реагирует на внешнее воздействие таким образом, чтобы уменьшить это воздействие» [434, с.216].

«Если внешние условия термодинамической системы изменяются, то равновесие системы будет стремиться измениться так, будто бы система противится изменению внешних условий» [588, с.98].

Таким образом, если общее начало термодинамики истолковывается как стремление изолированных систем к равновесию, то принцип Ле Шателье – Брауна истолковывается как стремление термодинамических систем сохранять состояние покоя, чем, по сути утверждается, будто покой более свойственен природе, чем движение.

Этот противоречащий диалектике принцип многие авторы распространяют на все природные и социальные системы, начало чему положили знаменитый русский кристаллограф Е. С. Фелоров (в 1906 г.) и известный американский химик В. Банкрофт (в 1911 г.) [557, с.349].

Известный «реформатор» марксизма А. А. Богданов писал:

«Выражением структурной устойчивости является «закон равновесия», сформулированный А. Л. Ле-Шателье для физических и химических систем, но в действительности тектологический, т. е. универсальный...

Закон Ле-Шателье формулируется так: *если система равновесия подвергается воздействию, изменяющему какое-либо из условий равновесия, то в ней возникают процессы, направленные так, чтобы противодействовать этому изменению.*

Уже давно из опыта известно, что закон этот действителен не только для физических и химических систем, но и для многих других. Так, живые организмы в обычных условиях относятся к внешним воздействиям подобным же образом. Если человеческое тело подвергать охлаждению, в нем немедленно начинают усиливаться окислительные и другие химические процессы, развивающие теплоту; если же нагревать его извне, то повышается потоотделение с испарениями, поглощающими теплоту. Таков же смысл «съезживания» от холода, при чем уменьшается поверхность охлаждения; и когда черепаха прячется при всяких неблагоприятных влияниях в свой щиток, это опять-таки уменьшение поверхности внешнего воздействия» [121, с.249].

В книге «Глобальная империя Зла» с помощью принципа Ле Шателье объясняются едва ли не все общественные явления. Там можно прочитать:

«Согласно принципу Ле Шателье, одновременно с интеграционными процессами объединения людей в масштабах крупных регионов шли побочные процессы дифференциации, связанные с углублением национальных и религиозных противоречий...

...Побочные явления, обусловленные принципом Ле Шателье и связанные с быстрым изменением условий жизни, проявляются и в духовной сфере. На передний план выходят чисто личностные интересы, ближние индивидуальные цели, погоня за материальными благами и новыми ощущениями...

Побочные процессы, развивавшиеся в соответствии с принципом Ле Шателье, сыграли решающую роль в судьбе Древнего Рима» [382].

Между тем, если взглянуть на примеры, которыми иллюстрируется принцип Ле Шателье, непредвзято, то несложно убедиться в том, что утверждения о стремлении систем сохранять состояние равновесия, противиться изменению являются тенденциозными истолкованиями действительного содержания этого принципа — даже в той области, где он первоначально был сформулирован и применяется на практике — в химической термодинамике.

Предположим, что в стеклянной колбе при определенной температуре находится равновесная смесь реагирующих веществ. Начнем сообщать смеси тепло, приведя ее в контакт с нагревателем, температура которого постоянна. Система будет поглощать теплоту до тех пор, пока ее температура не достигнет температуры нагревателя. В соответствии с принципом Ле Шателье — Брауна, в системе начинается химическая реакция, в ходе которой теплота поглощается (эндотермическая). В результате такого «сопротивления», до того как температура системы достигнет температуры нагревателя, система поглотит больше теплоты, чем в том случае, если бы химическая реакция не протекала.

Следовательно, «чтобы уменьшить воздействие», система изменяется так, чтобы воздействие продолжалось дольше, а его количество (количество поглощенной системой теплоты) было бы больше, чем в том случае, если бы система не «сопротивлялась», если бы химический состав оставался постоянным.

Кроме того, в результате «оказания сопротивления внешним воздействиям» в системе повышается содержание веществ химически более активных, что ведет к понижению химической стабильности системы и повышению ее химической активности, может породить такие изменения в системе, которые сделают невозможным ее возвращение в исходное состояние при понижении температуры.

Таким образом, то, что называется «ослаблением внешнего воздействия», в действительности оказывается усилением внешнего воздействия как в количественном, так и качественном отношении.

Что же ослабляется (подавляется) в действительности, когда происходят процессы, «ослабляющие эффект внешнего воздействия»?

Если проанализировать указанный пример, а также ряд других, которыми иллюстрируется принцип Ле Шателье – Брауна (см. [101, с.133-134]), обращая внимание на происходящие в системе **превращения форм движения**, то легко заметить, что процессы, которые называются побочными, стремящимися подавить (ослабить) эффект воздействия, обусловлены превращением сообщаемого системе движения определенной формы в другие формы движения. В частности, когда равновесной системе веществ сообщается движение в форме теплоты, и в соответствии с принципом Ле Шателье равновесие смещается в сторону реакции, протекающей с поглощением теплоты, происходит частичное превращение подведенной теплоты в химическую форму движения.

И та закономерность, что воздействие определенного рода на равновесную систему вызывает в ней изменения другого рода, означает, что при передаче термодинамической системе движения в какой-то одной форме происходит его частичное преобразование в другие формы движения, его качественное изменение.

Тем самым подтверждается высказанное В. А. Босенко положение о том, что в природе нет процессов, которые можно было бы назвать неразвитием¹. Развитие – в простейшей форме – происходит при всякой передаче движения от одного тела к другому.

Кроме того, еще раз подтверждается истинность закона превращения форм движения, о котором говорилось выше. Способность к превращению форм движения проявляется во всех передачах форм движения от одного тела к другому.

Следует также заметить, что физики, глубоко разбиравшиеся в термодинамике, не формулировали этот принцип как выражение некоей консервативной тенденции. Макс Планк писал:

«Принцип Ле Шателье – Брауна никоим образом не может считаться, как это часто делалось, выражением некоей универсальной тенденции, направленной на максимально возможное сохранение существующего состояния равновесия. Природа не заинтересована ни в том, чтобы сохранять существующее состояние равновесия, ни в том, чтобы его нарушить: она ведет себя индифферентно, или, лучше сказать, она ведет себя в одних случаях в первом духе, в других же – во втором» [483, с.185].

М. Планк формулировал этот принцип так:

«Этот принцип относится к стабильному равновесию физической или химической системы, состояние которой определяется двумя параметрами, и содержит высказывание о направлении изменения второго параметра, когда первый параметр претерпевает определенное смещение под воздействием внешней силы. А именно, это изменение должно всегда

¹ «Чисто количественное изменение, не переходящее в другое качество, не превращающееся движение было бы «неразвитием», но такого в природе не существует» [134, с.59].

происходить таким образом, чтобы оно приводило к уменьшению смещения первого параметра... Система как бы оказывает сопротивление внешним воздействиям — она стремится по возможности ослабить последствия подобных воздействий» [483, с.177].

Подобным образом — как принцип, выражающий взаимосвязь параметров термодинамической системы при внешнем воздействии, выводящем систему из равновесия — формулировали этот принцип И. П. Базаров [101, с.131-134] и К. А. Путилов и [503, с.249-252].

Ошибочность распространения принципа Ле Шателье на все явления ярко иллюстрируют примеры, приведенные А. А. Богдановым, который подвел под этот принцип смещение химического равновесия и процессы регулирования температуры в человеческом организме. В случае химического равновесия происходит непосредственное преобразование одного вида энергии в другой. В живых же организмах реакция на внешнее воздействие опосредуется нервной системой, о чем А. А. Богданов, будучи врачом по образованию, не мог не знать. В этих явлениях так же мало общего, как и в «стеживании» человека от холода и сжатии куска металла при охлаждении ¹.

А ссылки на принцип Ле Шателье в обществоведении есть просто прикрытие отсутствия понимания наукообразными фразами.

Второй закон термодинамики и направление природных процессов

Вернемся, однако, к обсуждению возможности выведения ложных заключений из второй части второго закона термодинамики, в которой речь идет о процессах, протекающих в природе.

Многие авторы утверждали, что второй закон термодинамики «дает ответ на вопрос о направлении протекающих в природе процессов» [479, с.87] (см. также [87, с.26-29; 266, с.53-54; 530, с.88; 655, с.175]).

Часто встречаются рассуждения такого рода:

«Первый закон термодинамики устанавливает эквивалентность различных форм энергии, в частности внутренней энергии, теплоты и работы. Если система изолирована от окружающего мира, то ее внутренняя энергия остается неизменной. С точки зрения первого закона возможны и равновероятны любые процессы, в которых вместо исчезнувшего одного вида энергии появится эквивалентное количество другого вида. Так, первому закону не противоречило бы поднятие груза или закручивание какой-либо пружины за счет внутренней энергии окружающей среды. Почему, в самом деле, камень, лежащий на земле, не может подняться на какую-то высоту за счет охлаждения окружающего воздуха? Однако не поднимается! Переход теплоты от менее нагретого тела к более нагретому

¹ А. Богданов мог прочитать у В. Оствальда: «организм реагирует на влияющие среды активно, неорганизованное образование пассивно» [465, с.225].

означал бы лишь перераспределение энергии внутри системы и также не противоречил первому закону. Однако известно, что сосуд с водой никогда не закипит на холодной плите. Иными словами, первый закон ничего не говорит о возможности и вероятности того или иного процесса, связанного с превращением энергии или ее перераспределением.

Между тем, если внимательно рассмотреть всевозможные процессы, протекающие в окружающем мире, а также проводимые нами самими, окажется, что их можно разбить на две существенно различающиеся группы. Во-первых, это процессы *самопроизвольные*, т. е. идущие сами собой. Для их проведения не только не затрачивается работа, но, будучи поставленными в соответствующие условия (так сказать «запряженными» в соответствующий механизм), они сами могут произвести работу в количестве, пропорциональном происходящему изменению. Примерами самопроизвольных процессов могут служить: смещение газов, переход теплоты от горячего тела к холодному, переход энергии заряженного аккумулятора в теплоту и т. д.

Если попытаться повернуть самопроизвольные процессы вспять, то окажется, что это сделать не так просто. В этом случае мы имеем дело уже с *несамопроизвольными процессами*. Они не идут сами собой. Для их проведения необходимо затратить работу в количестве, пропорциональном происходящему изменению. Это будет разделение смеси газов на составные части, переход теплоты от холодного тела к горячему, зарядка аккумулятора за счет теплоты и т. д.» [237, с.74-75] (см. также [210, с.91-92; 325, с.174-175; 362, 74-75]).

Самопроизвольные процессы еще называют положительными [210, с.91-92; 362, с.74-75; 615, с.101-102], самотечными [542, с.295-296], естественными [615, с.101-102]; *несамопроизвольные* — отрицательными [210, с.91-92; 325, с.174-175; 362, с.74-75; 615, с.101-102], вынуждаемыми [542, с.295-296], неестественными [615, с.101-102]. Мы будем употреблять термины «самопроизвольный» и «несамопроизвольный».

Все авторы, пишущие о самопроизвольных и *несамопроизвольных* процессах, высказываются также в таком духе: «второй закон термодинамики устанавливает некоторые общие критерии самопроизвольного или *несамопроизвольного* изменения системы (процессов)» [237, с.74-76], «разделение всех процессов на «самотечные» и «вынуждаемые» составляет основное физическое содержание *второго начала термодинамики*» [542, с.295-296] (см. также [210, с.91-92; 325, с.174-175; 362, 74-75]).

С точки зрения диалектического материалиста разделение процессов на самопроизвольные и *несамопроизвольные* выглядит подозрительным, поскольку противоречит таким высказываниям Энгельса:

«*Взаимодействие* — вот первое, что выступает перед нами, когда мы рассматриваем движущуюся материю в целом с точки зрения теперешнего естествознания. Мы наблюдаем ряд форм движения: механическое движение, теплоту, свет, электричество, магнетизм, химическое соединение и разложение, переходы агрегатных состояний, органическую жизнь, которые все если исключить пока органическую жизнь переходят друг в друга,

обуславливают взаимно друг друга, являются здесь причиной, там действием... (спинозовское: *субстанция есть causa sui* – прекрасно выражает взаимодействие) [10, с.546].

«Сила. Когда какое-нибудь движение переносится одного тела на другое, то, поскольку движение переходит, поскольку оно активно, его можно рассматривать как причину движения, поскольку это последнее является переносимым, пассивным, и в таком случае эта причина, это активное движение выступает как сила, а пассивное движение – как ее проявление. Согласно закону неунничтожимости движения, отсюда само собой следует, что сила в точности равна своему проявлению, так как ведь в обоих случаях это – одно и то же движение» [там же, с.595-596].

Разумеется, если данное движение может быть здесь причиной, там – действием, если одно движение **можно лишь рассматривать** как причину, то не может быть абсолютного деления процессов на самопроизвольные (которые всегда причины) и несамопроизвольные, которые всегда следствия.

Но в книгах по термодинамике, кроме того, утверждают, что «самопроизвольные процессы ведут систему к состоянию равновесия, в котором силы, вызывающие процессы, уравниваются. Например, выравниваются давление, температура, концентрация и т. д.» [237, с.76]; «естественные процессы сходны в одном отношении: они приводят различные системы к конечному состоянию равновесия или покоя» [210, с.91], что противоречит таким высказываниям Энгельса:

«*Движение и равновесие*. Равновесие неотделимо от движения... На Земле движение дифференцировалось в виде смены движения и равновесия: отдельное движение стремится к равновесию, а совокупное движение снова уничтожает отдельное равновесие. Скала пришла в состояние покоя, но процесс выветривания, работа морского прибоя, действие рек, глетчеров непрерывно уничтожают равновесие. Испарение и дождь, ветер, теплота, электрические и магнитные явления дают нам ту же самую картину...

Всякое равновесие лишь *относительно и временно*» [10, с.561].

Рассмотрим эти противоречия между термодинамикой и диалектикой.

Итак, примеры самопроизвольных процессов: «сток воды по склонам, распространение газов из области более высокого давления в область более низкого давления, переход теплоты от горячего тела к холодному, возникновение теплоты за счет затраченной работы, взаимная диффузия веществ» [210, с.91], «смешение газов.., переход энергии заряженного аккумулятора в теплоту» [237, с.74], «опускание груза на более низкий уровень, взаимная нейтрализация сильной кислоты и сильного основания.., взрыв взрывчатого вещества, ржавление железа, кристаллизация переохлажденной или вскипание перегретой жидкости» [325, с.174]. Примеры несамопроизвольных процессов: «разделение смеси газов на составные части, переход теплоты от холодного тела к горячему, зарядка аккумулятора за счет теплоты» [237,

с.74-75], «поднятие какого-нибудь тела на более высокий уровень, разложение воды действием электрического тока» [325, с.174].

Думается, ознакомившись с этими примерами, читатель заподозрит, что его держат за младенца: любой из самопроизвольных процессов начинается с такого состояния, которое самопроизвольно не возникает, а для многие (ржавление железа, разряд аккумулятора) не начинаются без участия человека! Прежде чем самопроизвольные процессы начнут приводить систему к равновесию, кто-то должен создать неравновесие!

А многие самопроизвольные процессы являются таковыми на поверхности Земли, где, как писал Энгельс, «решительно преобладает тяжесть, притяжение» [10, с.396], где «отталкивающее движение должно быть создано искусственно: при помощи человеческой силы, животной силы, силы воды, силы пара и т. д.» [там же]. Падение камня не будет самопроизвольным процессом на орбитальной космической станции – в условиях невесомости.

Но некоторые авторы приводят еще *более интересные* примеры самопроизвольных и несамопроизвольных процессов.

«Например, расширение газа в цилиндре с поршнем – процесс самотечный, но ему неизбежно сопутствует переход части кинетической энергии хаотического движения молекул газа в кинетическую энергию упорядоченного движения молекул поршня, т. е. явление вынуждаемое» [542, с.296].

При адиабатическом расширении газа в цилиндре с поршнем происходит превращение хаотического движения молекул газа в направленное движение поршня. Одна сторона этого превращения называется самотечным процессом, другая – вынуждаемым! С таким же успехом можно было бы назвать наоборот – ведь без возникновения механического движения поршня хаотическое движение молекул газа ни во что бы не превратилось.

О. Д. Хвольсон писал:

«В паровой машине мы видим отрицательный (неестественный) процесс затраты тепла для производства работы; но он возможен лишь при одновременном переходе теплоты от более теплого тела, котла, к более холодному, а именно к холодильнику, или к окружающему воздуху» [615, с.101-102] (подобное высказывание есть в [362, с.75]).

Во-первых, в паровой машине производство работы и переход теплоты к холодильнику происходят не одновременно, а последовательно, во-вторых, переход теплоты нужен не для производства работы, а для замыкания цикла.

Возникает вопрос, почему не замечают ошибочности таких рассуждений. Ключ к ответу на него можно найти, у А. А. Радцига, который писал, что Клаузиус обратил внимание на обратный цикл Карно,

в результате которого известное количество работы превращается в теплоту и теплота переносится от источника холодного к горячему.

«Этот последний переход *тепла от менее нагретого тела к более нагретому телу противоположен тому, что совершается в природе постоянно* — именно передаче тепла более нагретыми телами менее нагретым телам. В обратном цикле Карно мы видим, что первый переход совершается не один: его сопровождает процесс превращения механической работы в теплоту (процесс, происходящий в природе постоянно сам собой, например в явлениях удара, трения). Клаузиус и рассматривает это превращение, как компенсацию за неестественность первого результата. При таком взгляде прямой цикл Карно получает следующее истолкование: в нем *естественным* процессом является переход тепла от источника высшей температуры к источнику низшей и этот естественный процесс является *компенсацией процессу перехода тепла в работу*. Значит можно предположить, что последний процесс неестествен, что он не может происходить сам собой» [505, с.60-61].

Таким образом, разделение процессов на самопроизвольные и несамопроизвольные было введено Клаузиусом тогда, когда он провозгласил необходимым условием превращения теплоты в работу переход части теплоты от более нагретого тела к телу менее нагретому — процесс, который может происходить сам собой, без превращения теплоты в работу.

И последнее. Есть основание считать, что разделение процессов на самопроизвольные и несамопроизвольные восходит к Аристотелю. В предисловии к его «Физике» можно прочесть:

«Не будучи по призванию физиком, он (Аристотель — В. И.) не мог понять неплототворность своих представлений об естественных местах для элементов, о **разграничении естественных и насильственных движений...**» (выделено мной — В. И.) [511, с.31].

Вот удивился бы автор этого предисловия, если бы стал знакомиться с учебниками по термодинамике!

Согласно Л. Е. Федулаеву, существует «Живой уголок Средневековья в физике III тысячелетия» [583, с.71]. Разделение процессов на самопроизвольные и несамопроизвольные с полным правом можно считать **живым уголком античности** в термодинамике XX века.

Следует ли заключение об эволюции Вселенной из закона возрастания энтропии?

Однако положение о направлении всех процессов природы в термодинамике формулируется и по-другому — без упоминания о самопроизвольных и несамопроизвольных процессах.

«Всякий происходящий в природе физический или химический процесс протекает так, что увеличивается сумма энтропий всех тел, принимающих в процессе какое-нибудь

участие. В предельном случае, для обратимых процессов, сумма эта остается неизменной. Это и есть общее выражение второго начала» [479, с.111] (см. также [480, с.54; 483, с.37; 509, с.373]).

«Можно составить некоторую функцию состояния всех тел – энтропию, имеющую то свойство, что всякое изменение состояния будет происходить только в направлении, связанном с возрастанием этой функции, так что с течением времени она может только расти» [128, с.176] (см. также [129, с.389]).

«Все процессы природы протекают в одном определенном направлении – всегда в сторону возрастания энтропии тел, участвующих в процессе» [198, с.89]¹.

Такие формулировки второго закона термодинамики как будто могут служить основанием для заключения об эволюции Вселенной: если возрастание энтропии во всех процессах означает изменения одного рода (накопление чего-то), то Вселенная в целом изменяется. (Аналогично: если во всех природных процессах происходит образование тепла, то Вселенная в целом движется к состоянию тепловой смерти). Избежать вывода об эволюции Вселенной можно, если показать, что существуют природные процессы, в которых энтропия убывает, причем не менее масштабные, чем процессы, ведущие к возрастанию энтропии, и не менее распространенные². Поиск таких процессов может быть одним из направлений решения проблемы тепловой смерти Вселенной.

Когда философы заявляют: «...Попытки найти некие антиэнтропийные процессы, протекающие в нарушение второго начала – это не путь научно-материалистической критики «теории» тепловой смерти» [591, с.132] или «Закон возрастания энтропии – хорошо обоснованный закон физики и критике не подлежит...» [72, с.104], они вместо анализа проблемы некритично повторяют мнение ряда физиков. Ведь возражения против того, что закон возрастания энтропии не имеет исключений, высказывались неоднократно.

В отзыве на работу «Закон концентрации энергии – фундаментальный закон природы», датированном 10 мая 1953 г., А. А. Гухман писал:

«Принцип возрастания энтропии, который утверждает увеличение энтропии совокупности тел, охватываемых любым реальным процессом (и,

¹ Р. Эмден образно выразился так: «В гигантской фабрике естественных процессов принцип энтропии занимает место директора, который предписывает вид и течение всех сделок. Закон сохранения энергии играет лишь роль бухгалтера, который приводит в равновесие дебет и кредит» (цит. по [266, с.60]; см. также [70, с.60; 199, с.297; 353, с.23]).

² Даже если энтропия уменьшается при поглощении излучения так называемыми «черными дырами» (см. [349, с.829]), если росту энтропии во Вселенной противостоят живые организмы [176, с.218–220; 358, 202, с.178] и мыслящие существа (человечество [247, с.185; 180, с.95]), все это не может оказывать заметное влияние на процессы превращения энергии в галактических масштабах.

следовательно, устанавливающий неизбежность рассеяния, «деконцентрации» энергии), отнюдь не является универсальным законом природы. Широко распространенное понимание этого принципа как некоего мирового закона, стоящего рядом с законом сохранения и превращения энергии и его дополняющего, неправильно. Для такого понимания нет никаких рациональных физических основ. Оно коренным образом противоречит материалистическому мировоззрению и в своем логическом развитии приводит к фидеизму» (цит. по [469, с.213]).

Не следует думать, будто это высказывание было написано в условиях идеологического диктата и засилья диалектического материализма в 1953 г. Спустя 33 года, в 1986 г., в монографии «Об основаниях термодинамики» А. А. Гухман изложил оригинальную систему построения основ термодинамики и подчеркнул:

«Для этой системы принцип возрастания энтропии отнюдь не имеет основополагающего значения – по отношению к ней он является независимым условием, которое принимается дополнительно для определения одной из двух альтернатив, в равной мере с ней совместимых. В рамках наших представлений никакие априорные (обусловленные общими принципиальными соображениями) суждения о направлении развития реальных процессов невозможны; вопрос этот решается непосредственно обращением к опыту» [222, с.377-378] (см. там же, с.344-345, с.368).

О проблеме тепловой смерти Вселенной А. А. Гухман писал:

«Принципиальная позиция оппонентов Клаузиуса определялась стремлением опровергнуть идею «тепловой смерти» без какого-либо нарушения системы его термодинамических взглядов. Известная противоречивость этой позиции видна непосредственно. Мысль об односторонней направленности всех процессов природы, понижающая термодинамику Клаузиуса и выраженная в форме принципа возрастания энтропии, **логически необходимо** приводит к заключению о неизбежности тепловой смерти мира»¹ (выделено мной – В. И.) [222, с.351].

Из этого следует, что для устранения вывода о тепловой смерти мира необходимо подвергнуть критике закон возрастания энтропии в природных процессах.

По мнению А. И. Вейника, «представление о Вселенной, которая в целом подчинена закону возрастания энтропии и во всех своих частях во все времена развивается в одном и том же направлении, глубоко неверно... Закон возрастания энтропии может существовать рядом с законом сохранения энергии только при том условии, если он понимается как принцип, пусть весьма широкий, но безусловно ограниченный... Это – частная закономерность, справедливая при определенных физических

¹ Чего в свете такого утверждения стоит заверение философа, что «само по себе второе начало термодинамики ничего идеалистического в себе не содержит» [318, с.233]?

условиях. В других условиях должен быть справедлив прямо противоположный принцип – принцип убывания энтропии» [164, с.139].

Возражения против того, чтобы считать закон возрастания энтропии безусловно истинным, высказывали и другие авторы (например [114, с.105; 294, с.71; 304, с.99-100; 375, с.73; 412, с.298; 600, с.420; 655, с.202]).

В 1956 г. А. И. Вейник писал:

«Итак, задача заключается в том, чтобы определить специфические особенности той физической обстановки, в которой справедлив тот или иной принцип (т.е. принцип возрастания или принцип убывания энтропии), и выяснить условия, при которых один из них переходит в другой. Эта задача, для решения которой современный уровень физических знаний еще недостаточен, далеко выходит за пределы термодинамики» [164, с.139].

Как же решалась эта задачи? Надо сказать, плохо. В 1986 г. А. А. Гухман написал лишь о том, что «вполне возможна термодинамика пока недоступных нашему опыту явлений, подчиняющихся принципу убывания энтропии» [222, с.71]. Так же неопределенно высказывались и другие авторы (см. [294, с.71; 655, с.202; 375, с.73]). А если, по мнению автора курса термодинамики, с уменьшением энтропии происходит «образование новых звезд, а также звездных ассоциаций» [114, с.105] (см. также [600, с.420]), то авторитетные физики утверждают, что «образование звезд и галактик из равномерно распределенного вещества происходит с ростом энтропии» [258, с.689].

Более того, в ходе развития термодинамики возражения против всеобщности закона возрастания энтропии высказывались все реже. Если Ван-дер-Ваальс и Констамм писали, что «науке не известно, имеется ли в мире живой материи аналог функции энтропии» [156, с.33], если В. И. Вернадский считал, что «в явлениях биосферы, в силу существования жизни, энтропия вселенной должна была бы уменьшаться, а не увеличиваться» [176, с.220], что «жизнь не укладывается в посылки, в которых энтропия установлена» [там же], если К. С. Тринчер [573, с.91] и П. Г. Кузнецов [357, с.198; 358, с.133-134] утверждали что явления жизни противоречат второму началу термодинамики, то М. В. Волькенштейн «представления об «антиэнтропийности» живых систем, о противоречиях между биологией и термодинамикой» назвал в числе «наиболее известных псевдонаучных представлений в биофизике» [182, с.63-64].

И, наоборот, со временем подтверждения закона возрастания энтропии дает все большее число авторов во все большем числе областей. Оказывается, «в полном соответствии со вторым началом термодинамики» происходит распад звездных скоплений и визуально-двойных звезд [77, с.16], выражением роста энтропии является то, что «...сохранение вида достигается ценой гибели подавляющей массы его

представителей» [301, с.113], проявлением второго начала термодинамики являются процессы этногенеза [220, с.5].

В 1996 г. С. Д. Хайтун сделал вывод: «Попытки как-то ограничить действие закона возрастания энтропии сегодня становятся все более редкими» [611, с.311]. Можно заключить, что поиск «антиэнтропийных» процессов оказался безрезультатным.

Из этого, однако, не следует, что нужно смириться с основанным на законе возрастания энтропии выводом об эволюции Вселенной. Из этого следует, что к опровержению выводов об эволюции Вселенной, ее стремлении к равновесию, основанных на законе возрастания энтропии, нужно подойти по-другому. А именно, выяснить, можно ли сделать заключение об эволюции Вселенной в целом, если предположить, что доказано, будто во всех природных процессах энтропия возрастает?

А почему нельзя? – может спросить читатель. Дело в том, что положение об эволюции Вселенной – это не заключение, полученное путем логического вывода, основанного на законе возрастания энтропии, а **интерпретация** этого закона. Чтобы такая интерпретация была обоснованной, необходимо сначала доказать, что возрастание энтропии во всех процессах означает изменение одного рода ¹. Проанализируем содержание понятия энтропии, закона возрастания энтропии и выясним, всегда ли возрастание энтропии означает изменения одного рода.

Прежде всего заметим, что функция энтропия, определение которой выражается формулой (7), **существует** только для систем, которые находятся в состоянии равновесия (в которых либо не протекают процессы, либо протекают **равновесные (квазистатические)** (см. [650, с.481]) **процессы**) и **не существует** для систем, в которых протекают неравновесные процессы, соответственно, не существует для таких систем, как живой организм, Земля, Солнце и т. п. Понимая под энтропией функцию, определяемую формулой (7), нельзя говорить о ее изменении в неравновесном процессе, как нельзя говорить о возрастании на отрезке $x=[0,1]$ функции $y(x)$, такой, что $y=0$, если $x<0$; $y=1$, если $x>1$ ².

Разумеется, не определив энтропию системы, в которой протекают неравновесные процессы, нельзя говорить о возрастании энтропии такой системы в ходе процесса. Поэтому некоторые авторы формулируют теоремы о возрастании энтропии так, что не касаются изменения энтропии в ходе процесса:

¹ Для сравнения: закон «все тела падают вниз» сегодня не означает «все тела движутся к центру мира», как во времена Аристотеля.

² По словам М. Планка, Кирхгоф утверждал, что «понятие энтропии, которая может быть измерена, а следовательно, и определена только в обратимых процессах, не применимо к необратимым процессам» [484, с.651].

«Для любого процесса, происходящего в изолированной системе, энтропия конечного состояния никогда не может быть меньше энтропии начального состояния» [590, с.54].

Разумеется, на основе такой формулировки невозможно сделать заключение об эволюции Вселенной. Можно только повторить приводившееся выше высказывание Ван-дер-Ваальса и Констамма [156, с.137]: если Вселенная придет в равновесие, а раньше находилась в менее стабильном состоянии равновесия, то энтропия в конечном состоянии будет выше, чем в начальном.

Энтропия, определяемая формулой (7), **не существует** также у систем, в которых процессы не протекают, однако имеются части с различными значениями интенсивных параметров, к примеру, у термически неоднородных систем ¹.

В этом легко убедиться для термически неоднородной системы, состоящей из двух частей, содержащих различные идеальные газы. Для такой системы на основе первого начала термодинамики

$$\delta Q_{\text{ин}} = c_{v1} dT_1 + R n_1 dV_1 + c_{v2} dT_2 + R n_2 dV_2, \quad (12)$$

$\delta Q_{\text{ин}}/T$ не является полным дифференциалом, функция состояния, определяемая формулой (7), **не существует**.

Энтропию неравновесных систем **определяют** как сумму энтропий их равновесных частей S_i :

$$S_{\text{н}} = \Sigma S_i \quad (13)$$

(см. [376, с.118-123; 530, с.133-136]). Соответственно, энтропию термически неоднородной системы определяют как сумму энтропий ее термически однородных частей [376, с.123; 89, с.19; 101, с.306] ².

Формула (13) не следует из формулы (7). Она не противоречит формуле (7), поскольку вводится для систем, к которым формула (7) неприменима. Поэтому нет формальных оснований для отрицания формулы (13). Нельзя также сказать, что формула (13) – ложная. Но, определяя энтропию термически неоднородной системы как сумму энтропий ее термически однородных частей, следует иметь в виду, что она имеет так же мало общего с энтропией, определяемой формулой (7), как **синус треугольника**, определяемый как сумма синусов трех его углов, с синусом угла.

Энтропия равновесной и энтропия неравновесной системы – это функции разного рода, они характеризуют равновесные и неравновесные

¹ Термически неоднородными называются системы, различные части которых имеют различную температуру [89, с.17-18; 101, с.305-306].

² Параграф «Определение энтропии неравновесных состояний» [376, с.118-123] в курсе М.А. Леонтовича занимает более пяти страниц. И те, кто определяют энтропию неравновесных состояний без обсуждения, демонстрируют свое непонимание проблематичности этих определений.

системы в разных отношениях. Нельзя производить какие-либо расчеты параметров системы, подставляя энтропию неравновесного состояния в формулы равновесной термодинамики. Формулы, содержащие «равновесную» и «неравновесную» энтропии, следует интерпретировать по-разному. Это должен понимать любой человек, имеющий начальное представление о математической строгости, т. е. понимающий, что, прежде чем говорить об изменении энтропии при переходе системы из начального состояния в конечное, необходимо ее определить в начальном и конечном состоянии, показать, по какой формуле она вычисляется в начальном и конечном состоянии, а также показать, что энтропия начального состояния и энтропия конечного состояния – функции тождественные ¹.

Возрастание равновесной энтропии, определяемой формулой (7), означает, что равновесная система получает теплоту извне ($\delta Q > 0$). Уменьшение равновесной энтропии означает, что система отдает теплоту ($\delta Q < 0$). Если в ходе процесса энтропия равновесной системы остается постоянной ($dS = 0$), то процесс является адиабатическим (протекает без обмена теплотой с окружающей средой) ($\delta Q = 0$). Если равновесный процесс является адиабатическим ($\delta Q = 0$), то энтропия остается постоянной ($dS = 0$).

¹ Р. Клаузиус и другие основоположники термодинамики могли этого не понимать. «Только к концу 19 в. сложился стандарт требований к логической строгости, остающийся и до настоящего времени господствующим в практической работе математиков над развитием отдельных математических теорий» [299, с.477].

А во второй половине XIX в. даже в математике применялись, как очевидные и несомненные, положения, которые впоследствии были опровергнуты, например, положение о том, что всякая непрерывная функция является дифференцируемой. Из тех времен юности науки в термодинамике до настоящего времени сохранилось следующее чудное умозаключение, которое можно встретить во многих учебниках: если при теплообмене от более нагретого тела, температура которого равна T_1 , к менее нагретому телу, температура которого равна T_2 , переходит количество теплоты δQ , то энтропия первого тела изменится на величину $-\delta Q/T_1$, энтропия второго – на величину $\delta Q/T_2$, а энтропия системы – на величину $\delta Q/T_2 - \delta Q/T_1$, соответственно, возрастает (см. например [101, с.80; 265, с.186; 292, с.101; 327, с.157; 434, с.26; 497, с.103; 521, с.344]). Авторы таких умозаключений упускают из виду то, сумма изменений энтропий частей системы и изменение энтропии системы – не одно и то же, и что, прежде чем говорить об изменении энтропии системы, необходимо определить энтропию системы или хотя бы доказать, что такая функция существует. Встречается и такое умозаключение (словно из математического анекдота): $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$, следовательно $S = S_1 + S_2$, с помощью которого, в частности, на основе закона Дальтона о давлении смеси идеальных газов, «доказывают» теорему, согласно которой энтропия смеси идеальных газов равна сумме энтропий компонентов смеси (см. например [201, с.14-15]).

В курсах термодинамики пишут, что энтропия изолированной системы возрастает при протекании в ней необратимых либо неравновесных процессов. Однако нужно иметь в виду, что это связано не только с особенностями необратимых либо неравновесных процессов. То обстоятельство, что энтропия неравновесной системы, в отличие от энтропии равновесной системы, возрастает при условии ($\delta Q=0$), связано также с особенностями **определения** энтропии неравновесных систем. Обращаем внимание на то, что формула (7) неприменима для определения энтропии неравновесных систем.

«...Равновесная термодинамика не дает рецептов измерения энтропии неравновесных систем» [406, с.1124].

Впрочем, не будем углубляться в тонкости определения энтропии неравновесных систем, и укажем, что, согласно общепринятым воззрениям, она возрастает при протекании в системе неравновесных (необратимых) процессов, в качестве которых называют процессы образования тепла путем трения, переноса теплоты между телами различной температуры (выравнивание температур тел), расширение газов в пустоту и смешение газов, а также любые процессы, которые сопровождаются указанными (см. например [101, с.54-55; 294, с.59-61479, с.91-93; 503, с.73;]). Соответственно, абстрактная формулировка «неравновесная энтропия некоторой изолированной (адиабатно изолированной) системы возрастает» означает: в данной системе происходит, по меньшей мере, один из следующих процессов: образование тепла при трении, перенос теплоты между телами различной температуры, расширение газа в пустоту, смешение газов. Если бы энтропия Вселенной определялась формулой (13), то формулировку «энтропия Вселенной возрастает» можно было бы интерпретировать так, что во Вселенной процессы образования тепла, выравнивания температур, смешения газов и т. п. преобладают над обратными, следовательно, Вселенная в целом изменяется.

Однако для определения энтропии Вселенной (а также Галактики) нельзя использовать формулу (13). Дело в том, что определение энтропии неравновесной системы как суммы энтропий ее равновесных частей «применимо только в тех случаях, когда энергия системы складывается аддитивно из энергии ее частей» [376, с.123]. Вселенная же «является гравитирующей системой с неаддитивной энергией» [561, с.140]. «Для такой системы незаконно применение... вообще термодинамики, поскольку последняя построена для аддитивных систем» [там же, с.140] (см. также [186, с.28]). Нужно уточнить: той термодинамики, о которой речь шла до сих пор (подобно тому, как для неравновесных систем незаконно применение термодинамики равновесных процессов).

Разумеется, никто не может запретить теоретикам создать термодинамику гравитирующих систем. Однако следует иметь в виду, что

абстрактные формулы этой термодинамики, выражающие изменение энтропии, необходимо интерпретировать иначе, чем формулы термодинамики аддитивных систем.

Согласно К. А. Путилову, «применительно к миру понятие энтропии не имеет обычного термодинамического содержания; можно составить сумму энтропий всех тел мира, но никак нельзя утверждать, что по своим свойствам эта величина будет иметь смысл энтропии мира» [503, с.140-141]. Состояние мира, по мнению К. А. Путилова, должно характеризоваться не энтропией, а другой величиной — супраэнтропией, возрастание которой ни в коем случае не должно интерпретироваться как стремление Вселенной к равновесию [там же].

Далее, определение энтропии неравновесной системы на основе формулы (13) предполагает, что энтропии равновесных частей такой системы S_i определяются на основе формулы (7), куда входят величины δQ_i [530, с.133-135]. Величины δQ_i , относящиеся к различным подсистемам, однозначно определяются для закрытых систем, обменивающихся друг с другом только энергией. Однако все природные системы являются открытыми, они обмениваются друг с другом не только энергией, но и веществом. Для открытых же систем «не удастся разделить наблюдаемые изменения энергии на теплоту и работу» [186, с.42] (см. также [186, с.61-64; 434, с.64-71; 572, с.477-478]), следовательно, для этих систем величины S_i невозможно определить на основе формулы (7). Изменение энтропии в процессах взаимодействия открытых систем — функция иного рода, чем изменение энтропии при взаимодействии закрытых систем. Абстрактные формулы термодинамики взаимодействующих открытых систем необходимо интерпретировать иначе, чем формулы термодинамики закрытых систем.

«Если состояние системы таково, что ее нельзя разбить на макроскопические части, находящиеся в локальном термодинамическом равновесии, то приведенное обобщение понятия энтропии теряет смысл¹. Однако статистическая термодинамика позволяет распространить понятие энтропии и на такие состояния» [530, с.136].

Разумеется, распространить понятие энтропии на состояния, где она не имеет смысла, нельзя, как нельзя «распространить» синус на треугольники. Можно лишь «распространить название» энтропии на функции, характеризующие эти состояния. Однако эти «энтропии» будут иметь иное содержание, чем ранее известные.

¹ Для сравнения: «Наконец, могут быть и такие эпохи, когда процессы внутри системы настолько турбулентны, что ни для какой части нельзя говорить о макроскопических параметрах состояния (температуре, давлении и т.п.). В такие времена классическая термодинамика просто не будет иметь объектов приложения» [89, с.27].

Таким образом, для различных систем в современной физике применяются существенно различные определения энтропии¹. Поэтому нет оснований считать, что возрастание энтропии во всех случаях означает изменения одного рода и на основании тех суждений, что во всех процессах энтропия возрастает, делать заключение что Вселенная в целом изменяется.

А если учесть, что физики категорично заявляют о том, что закон возрастания энтропии не имеет исключений, то можно предположить, что возрастание энтропии во всех самопроизвольных процессах является одним из априорных условий, которое используется теоретиками, когда они дают определения энтропии различных реальных систем².

В пользу этого предположения говорит и такое обстоятельство. Не так давно многие авторы определяли энтропию как меру беспорядка, хаоса, неупорядоченности состояния (см., например, [237, с.200; 585, с.382-385; 322, с.295-298]). В сочетании с не знающим исключений законом возрастания энтропии это приводило к заключениям: «Мы погружены в жизнь, где мир в целом подчиняется второму закону термодинамики: беспорядок увеличивается, а порядок уменьшается» [177, с.49]; или «Принцип возрастания энтропии создает впечатление, что мир приближается к ситуации, характеризующейся все возрастающим беспорядком» [507, с.281] (см. также [496, с.36; 432, с.19-30]).

Со временем выяснилось, что «эволюция как постепенный переход к неупорядоченному, хаотическому состоянию с максимальной энтропией беспорядна только для физиков. С точки же зрения естественников-нефизиков, беспорядна эволюция окружающего нас мира в сторону усложнения, самоорганизации» [611, с.299]. В этой ситуации необходимо было или признать существование «антиэнтропийных» процессов, или сказать, что энтропия не является мерой беспорядка. Физики выбрали второй вариант и начали высказываться так:

«Необратимая эволюция системы к своему состоянию аттрактора может быть отождествлена с эволюцией к единообразию лишь в случае, если аттрактор является состоянием термодинамического равновесия. В

¹ Еще одно определение энтропии, не имеющее ничего общего с перечисленными функциями, дается в термодинамике гипотетических «черных дыр». «Роль, аналогичную энтропии в термодинамике, в физике черных дыр выполняет поверхность S черной дыры. Черные дыры не обладают никакими другими свойствами, кроме способности притягивать... Вследствие этого полная «энтропия» системы черных дыр (величина, пропорциональная сумме поверхностей S черных дыр) не убывает...» [101, с.77].

² Поступают и по-другому. «Если рассматривать солнечную систему как изолированную (что конечно весьма далеко от истины), то ее энтропия непрерывно увеличивается за счет излучения Солнца» [181, с.34]. Возрастание энтропии здесь обусловлено использованием ложной (далекой от истины) посылкой.

случае же отсутствия состояния равновесия (как это имеет место для природных процессов, — В. И.) необратимость и возникновение энтропии могут быть определены как источник порядка» [495, с.9].

«Нам необходимо освободиться от идеи, что деятельность, порождающая энтропию, равнозначна деградации, нивелированию различий» [там же, с.9] (см. там же, с.18).

«Второе начало говорит, что развитие реальных систем идет с положительным производством энтропии. Это касается как процессов, в которых хаос рождается из порядка, так и процессов, в которых, наоборот, порядок рождается из хаоса. Но это может означать только то, что энтропия не является мерой беспорядка» [611, с.337] (см. там же с.299-366)¹.

Теперь уже и на тепловую смерть Вселенной смотрят иначе.

«Кто мог вообразить, что мы принуждены будем поместить «тепловую смерть» Вселенной не в конец ее истории, а в начало, будем вынуждены заключить, что порядок, характеризующий нашу нынешнюю Вселенную, не является порядком, выжившим, несмотря на прогрессирующую деградацию, но порядком, возникшим в результате первоначального, энтропического взрыва» [495, с.18].

Можно заключить, что в результате развития термодинамики в XX веке у энтропий различных систем (в том числе природных), **в которых протекают неравновесные процессы**, остался единственный общий признак — **монотонное возрастание во времени**. На такую же мысль наводит высказывание И. Пригожина из его Нобелевской лекции:

«Единственное, что второй закон говорит точно о производстве (возникновении² — В. И.) энтропии, — знак этой величины» [494, с.188].

Иначе говоря, второй закон термодинамики для неравновесных процессов говорит точно только то, что энтропия всегда возрастает. Но если энтропия — это функция состояния, единственным существенным признаком которой является возрастание во времени в ходе любого самопроизвольного процесса³, то закон возрастания энтропии

¹ Кстати, беспорядок тоже можно определять по-разному. В ряде работ делается противоречащий традиционным воззрениям вывод, о том, что турбулентное течение жидкости более упорядоченное, чем ламинарное (см. например [332, с.84-85; 333, с.1238]). Этот вывод обосновывается тем, что при турбулентном течении отношение энергии макроскопического направленного движения к тепловому движению молекул выше, чем при ламинарном. Разумеется, в гидродинамическом отношении более упорядоченным является ламинарное течение (см. [556]).

² «В переводной литературе говорят также о «производстве» или «продукции» энтропии. Однако, на наш взгляд, эти термины больше подходят к пылесосам или автомобилям, но не к энтропии» [237, с.332].

³ Еще раз напомним: функция состояния равновесных систем, которая называется энтропией и определяется формулой (8), **не существует** для неравновесных систем.

(второй закон термодинамики для неравновесных процессов) является тавтологией¹.

Если закон возрастания энтропии – тавтология, то неудивительно, что это – «единственный закон физики, который не может быть опровергнут» [630, с.254], что «через 150 лет после того, как второй закон был сформулирован, он все еще представляет собой скорее программу, чем четко очерченную теорию в обычном смысле этого понятия» [494, с.188], что «вопрос о физических основаниях закона монотонного возрастания энтропии остается... открытым» [369, с.48], – бессодержательная тавтология не может иметь физических оснований.

Если же «применение термодинамики, по существу, ограничивается анализом равновесных процессов» [494, с.188], то, разумеется, потому, что второй закон термодинамики для равновесных процессов – не тавтология, а содержательное утверждение, отражающее объективную существующую связь явлений.

В письме Л. Кугельману от 27 июня 1870 г. Маркс писал:

«...Г-н Ланге сделал великое открытие. Всю историю можно подвести под единственный великий естественный закон. Этот естественный закон заключается во фразе «struggle for life» – «борьба за существование» (выражение Дарвина в этом употреблении становится пустой фразой), а содержание этой фразы составляет мальтусовский закон народонаселения или, скорее, закон перенаселения. Следовательно, вместо того чтобы анализировать эту «борьбу за существование», как она исторически проявлялась в различных общественных формах, не остается ничего другого делать, как превращать всякую конкретную борьбу во фразу «борьба за существование», а эту фразу – в мальтусовскую «фантазию о народонаселении»! Нельзя согласиться, что это очень убедительный метод [49, с.571].

Можно сказать, наука XX века, которая и историю, и природу, подводит под один закон – закон возрастания энтропии – далеко ушла от Ланге. Куда? Разумеется, вперед, по тому же пути. Вместо того чтобы анализировать противоречивые тенденции в разнообразных явлениях, выяснять условия, в которых одни и те же процессы превращения энергии и вещества протекают в различных направлениях, физики видят задачу в том, чтобы для каждого процесса опре-

¹ Тем, кому слово «тавтология» может показаться обидным, напомним, что в математической логике тавтологией называют тождественно-истинную формулу [338, с.585]. Соответственно, утверждение «закон возрастания энтропии является тавтологией» означает: «закон возрастания энтропии столь же истинный и столь же мало содержательный, как формула $\lg 100=2$ ».

Это – закономерный результат многолетних стараний физиков сделать закон возрастания энтропии безусловно истинным, доказать, что ни одно явление ему не противоречит. Кстати, Г. С. Батишев предупреждал: «Разрешение противоречия означает творческое обогащение теории. Устранение делает ее плоской и скучной, как таблица логарифмов...» [106, с.86].

делить какую-то возрастающую величину, и объявить, что и в этом случае энтропия увеличивается¹.

Но почему физики не замечают бессодержательности закона возрастания энтропии? – может спросить читатель. По-видимому, для этого есть несколько причин.

Во-первых, подавляющее большинство физиков недооценивает значение принципа существования энтропии; как и Планк, видят сущность второго закона в необратимости и возрастании энтропии². Для таких физиков отказ от закона возрастания энтропии равнозначен отказу от второго закона термодинамики, что представляется невозможным уже потому, что второй закон применяется для расчета физико-химических равновесий.

Во-вторых, в XIX и первой трети XX в. закон возрастания энтропии имел более богатое содержание, чем сегодня. В 1931 г. Планк писал, что из второго начала термодинамики вытекают следующие заключения:

«Система покоящихся тел произвольной природы переходит с течением времени из любого начального состояния в состояние равновесия, в котором температура всех тел одинакова. В этом состоянии энтропия системы имеет максимальное значение из тех, какие она могла бы принять при данной полной энергии последней, определяемой начальными условиями» [480, с.141].

Сегодня, как говорилось выше, то положение, что изолированная система с течением времени переходит в состояние равновесия, называется общим началом термодинамики.

То положение, что в состоянии термодинамического равновесия температуры тел одинаковы, сегодня называется **нулевым законом (началом) термодинамики** – законом термического равновесия (см. [101, с.19; 186, с.22; 210, с.30]).

«Обычно в курсах термодинамики рассматривают три закона: первый, второй и третий – они составляют основу изучаемой дисциплины. Однако сейчас вводят в изложение термодинамики закон термического равновесия, сформулированный Р. Фаулером в 1931 г., т. е. много позже установления основных законов. Поскольку нарушать установившуюся традиционную нумерацию основных законов было крайне нецелесообразно, новый закон получил мало удачное название *нулевого*. Он сформулирован так: *две системы, находящиеся в термическом равновесии с третьей систе-*

¹ Разумеется, биологи или историки пишут о возрастании энтропии исключительно для вящего наукообразия, т. к. не имеют никакого понятия ни об этой функции самой по себе, ни, тем более, о том, имеет ли она смысл применительно к тем явлениям, которые они объясняют ее возрастанием. Энтропия здесь – что-то вроде энтелехии Г. Дриша (см. [310, с.52-56]).

² «Планк весь вес второго начала полагает в свойстве энтропии возрастать при необратимых процессах» [89, с.8].

мой, состоят в термическом равновесии друг с другом ¹. На первый взгляд это положение может показаться достаточно очевидным и даже тривиальным. Однако это не так. Этот закон нельзя отнести, например, к химическому равновесию. Так, аммиак (I система) и хлористый водород (II система) могут находиться в равновесии с азотом (III система). Однако между собой они будут, как известно, реагировать» ² [237, с.32].

Таким образом, из названных Планком заключений следствием второго начала (закона) термодинамики сегодня можно считать только утверждение, касающееся возрастания энтропии – функции, которую непосредственно измерить нельзя, и для которой в термодинамике существует множество не согласующихся друг с другом определений. А те следствия, которые для многих систем можно легко проверить в лаборатории являются следствиями общего и нулевого законов термодинамики, а также принципа существования энтропии.

Наконец, среди физиков господствует представление, будто закон возрастания энтропии обоснован в статистической физике (статистической механике, статистической термодинамике), а пригодное для любых систем определение энтропии дает формула Больцмана:

$$S = k \ln W, \quad (14)$$

где W – число допустимых микросостояний системы, соответствующих данному макросостоянию [237, с.210–213; 530, с.290–295; 655, с.199–200].

Поскольку величина W неизмерима ³, всегда можно заявить, что расчет W (и энтропии) был проведен неправильно. В одной статье читаем:

«Если теперь сравнить полученное таким образом (в рамках неравновесной статистической механики, – И.В.) выражение для приращения энтропии со вторым законом термодинамики, мы сразу придем к заключению, что это «не та энтропия, которая нам нужна». Действительно, согласно второму закону энтропия может только возрастать, тогда как статистическая энтропия $S_{(N)}$, определяемая формулой (90), может как возрастать, так и убывать в зависимости от того, сообщаем

¹ Это знали и раньше, но законом не называли. Макс Борн (1921 г.): «Основной для понятия температуры является эмпирическое положение о том, что когда два тела находятся в термическом равновесии с третьим телом, то они в термическом равновесии друг с другом» [133, с.227]. Т. А. Афанасьева-Эренфест (1928 г.): «существует только одна форма равновесной тепловой связи – это связь при равных температурах» [89, с.14] (аксиома тепловой связи).

² Это обстоятельство упустили из виду И. П. Базаров, написавший: «если имеются три равновесные системы A , B , C и если системы A и B порознь находятся в равновесии с системой C , то системы A и B находятся в термодинамическом равновесии и между собой (свойство транзитивности термодинамического равновесия)» [101, с.18], и Г. Ф. Воронин, утверждавший, что «транзитивностью обладает не только тепловое, но и любое другое контактное равновесие» [186, с.23].

³ Представление о количестве способов вычисления величины W дает статья Б. М. Кедрова «Понятие термодинамической вероятности» [316, с.102–120].

ли мы данному телу тепло ($dQ>0$) или, наоборот, отнимаем его ($dQ<0$)¹. Поэтому продолжим наши исследования» [406, с.1122-1123].

Разумеется, если исследования проводятся до тех пор, пока не будет получено, что энтропия возрастает, их результатом будет вывод о возрастании энтропии. Но какое отношение такой вывод имеет к действительности, сказать трудно.

Но разве может быть бессодержательным закон возрастания энтропии, если на его основе в химической термодинамике выводят уравнения, используемые в расчетах химических равновесий? — может спросить читатель. Действительно, в любом курсе химической термодинамики можно встретить суждения такого рода:

«Неравенство $dS>0$... выражает *критерий самопроизвольности* процесса в изолированной системе. ...Критерием устойчивого равновесия в изолированной системе является **максимум энтропии**. Математически условие максимума выражается соотношениями $dS=0$ и $d^2S<0$...» [237, с.90]².

На основе критериев самопроизвольности процессов ($dS>0$) и равновесия ($dS=0$), выводят уравнения, которые служат основой для экспериментально проверяемых расчетов (см. напр. [237]). Поэтому вроде бы есть основания считать, что химическая термодинамика подтверждает истинность закона возрастания энтропии. Но не будем спешить и выясним, какова действительная роль закон возрастания энтропии в химической термодинамике.

Термодинамику к химическим процессам впервые применил А. Горстманн. Он писал в статье «Теория диссоциации»:

«Клаузиус смог облечь некоторые мысли В.Томсона в математическую форму, определив величину — энтропию. Она всегда увеличивается при всех изменениях, происходящих в природе, и, напротив, не может уменьшиться под воздействием какой бы то ни было силы природы...

Предельное состояние наступает тогда, когда энтропия достигает максимально возможного значения. По моему мнению, та же причина определяет наступление предельного состояния при диссоциации. Предельное состояние наступает тогда, когда энтропия становится такой большой, как это только возможно при рассматриваемых изменениях.

¹ По-видимому, получена формула для равновесной энтропии, которая ведет себя именно так.

² В курсах химической термодинамики условие равновесия формулируют, как правило, в виде утверждения о минимуме функций состояния, именуемых изобарно-изотермическим и изохорно-изотермическим потенциалами. Однако «введение в термодинамику понятий изохорного и изобарного потенциалов не вносит в эту дисциплину ничего принципиально нового, а преследует лишь цель практического удобства расчетов» [237, с.193]: условие максимума энтропии изолированной системы и условие минимума указанных потенциалов для изотермических систем являются эквивалентными [там же, с.193-197].

Наша задача станет разрешимой, как только будет известно, под воздействием каких обстоятельств и каким образом изменяется энтропия в данном случае. Уравнение $dS=0$ содержит всю теорию диссоциации...» (цит. по [347, с.288]).

Таким образом, А. Горстманн не доказал применимость закона возрастания энтропии к процессам диссоциации¹, а принял уравнение $dS=0$ как исходное положение своей теории диссоциации.

Подобным образом поступил Дж. В. Гиббс. В эпитафии к своему труду «О равновесии гетерогенных веществ» он привел слова Клаузиуса «Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu» [206, с.61], напомнил в предварительных замечаниях о критерии равновесия простых механических систем и начал изложение своей теории с формулировок критериев равновесия. Первым назвал такой: «Для равновесия любой изолированной системы необходимо и достаточно, чтобы при всех возможных изменениях состояния системы, происходящих без изменения ее энергии, вариация энтропии системы была равна нулю или отрицательна...» [там же, с.62].

Фактически А. Горстманн, Дж. В. Гиббс, а также М. Планк вывели формулы для энтропии, т.е. определяли энтропию, исходя из того, что энтропия изолированной системы при протекании в ней самопроизвольных процессов возрастает, а в состоянии равновесия достигает максимума (см. [206, с.61-62; 347, с.287-288; 483, с.3-13, с.37]). При этом использовали дополнительные априорные посылки (см. например [206, с.90]), без которых энтропия не обладала бы такими свойствами².

Но если энтропия – это такая функция состояния, которая у изолированной системы монотонно возрастает и достигает максимума тогда, когда такая система приходит в равновесие, то закон возрастания энтропии для изолированных систем и в химической термодинамике – тавтология. Всеобщий «закон» химической термодинамики «Процесс протекает самопроизвольно до тех пор, пока (изолированная, – В. И.) система не перейдет в равновесное состояние, в котором энтропия достигает значения, максимального для данных условий» [298, с.187] (см. также [347, с.256-258; 237, с.90]) эквивалентен суждению: процесс в изолированной системе протекает самопроизвольно до тех пор, пока не перестанет протекать. Разумеется, такой «закон» не имеет исключений, однако не может служить основой для расчетов.

¹ «Применение принципов термодинамики для изучения химических процессов началось исторически раньше, чем законность подобного применения была с несомненностью доказана» [347, с.287].

² Чтобы для ряда систем равновесию отвечал максимум энтропии (или минимум свободной энергии), в формуле, выражающей энтропию идеального газа через его температуру, объем и число молекул, должно быть слагаемое вида $kMn(V/N)$, а не $kMn V$ [201, с.18-20].

На практике используется закон действующих масс, выражающий соотношение между концентрациями (которые в XIX в. одно время назывались действующими массами (см. [296, с.67])) или парциальными давлениями химически реагирующих веществ в состоянии равновесия (см., например, [294, с.174-202; 237, с.155-181]). А закон возрастания энтропии (постулат о том, что в состоянии равновесия $dS=0$) используется **при выводе** закона действующих масс.

Можно сказать, что условие $dS=0$ в химической термодинамике появилось потому, что «теория термодинамического равновесия была развита Гиббсом по образцу механической статики Лагранжа, т.е. путём обобщения и распространения принципа виртуальных перемещений на термодинамические системы» [101, с.119]. Условие равенства нулю вариации энтропии изолированной системы является аналогом условия равенства нулю суммы виртуальных работ принципа возможных (виртуальных) перемещений аналитической механики (принципа виртуальной работы) ¹ (см. [294, с.123; 101, с. 119-122; 222, с.237-240]). Дело в том, что в общем случае «условие равновесия выражают в двух формах: 1) минимума свободной энергии системы ²; 2) уравнения закона действующих масс... Такая двойственная математическая постановка задачи – экстремум некоторой функции или корни системы уравнений – явление типичное... и можно переходить от одной формулировки к другой» [147, с.23-24] (см. также [296, с.115]) ³.

Заметим, что закон действующих масс был сформулирован К. Гульдбергом и П. Вааге на основе экспериментальных данных [296, 543]. Некоторое время спустя они рассмотрели этот закон с позиций атомно-молекулярного учения.

По их словам, для объяснения равновесия противоположных реакций «недостаточно простого предположения о силах притяжения между веществами и их составными частями... Необходимо принять во внимание *движение атомов и молекул*... Состояние равновесия, которое наступает при такого рода химических процессах, есть состояние подвижного равновесия, так как одновременно имеют место две противоположные химические реакции» [296, с.67].

Такое понимание равновесия – как частного случая химического превращения, как борьбы противоположностей (химических реакций, протекающих в противоположных направлениях) является диалектико-

¹ Если сумму виртуальных работ, которая фигурирует в принципе возможных перемещений, разделить на термодинамическую температуру и назвать полученную величину дифференциалом энтропии, то можно сказать, что принцип возрастания энтропии распространяется и на механические процессы, происходящие без трения.

² Это условие эквивалентно условию максимума энтропии изолированной системы, состоящей из исследуемой системы и термостата (см. [237, с.193-197]).

³ См. также параграф «Финализм и каузальность» в книге [184, с.16-17].

материалистическим и, кстати, не может интерпретироваться как такое состояние, к которому стремится химическая система, в отличие от представления о равновесии как состоянии с максимальной энтропией.

На таком понимании равновесия основывается кинетический вывод закона действующих масс, при котором состояние химического равновесия определяется как такое, когда скорости прямой и обратной реакций равны [296, с.67; 588, с.88-90]. Такой подход является более содержательным, чем термодинамический. Выражения для скоростей реакций находят непосредственное отражение в формуле для константы равновесия. А выраженная в единицах плотности тока величина скорости электрохимических реакций, протекающих на электроде в условиях равновесия, в электрохимии является важным параметром электрода и называется плотностью тока обмена [79, с.218-219, с.276-277, с.347-359].

Таким образом, в химической термодинамике тоже можно обойтись без закона возрастания энтропии.

Проблема доказательства существования энтропии. К термодинамике без энтропии

Как злую иронию истории можно рассматривать тот факт, что в то самое время, когда ученые различных специальностей распространяли закон возрастания энтропии на всевозможные явления, в классической термодинамике, в разделе, который давно ни у кого не вызывал никаких сомнений, неожиданно возникла **проблема доказательства существования энтропии**¹.

Прежде чем говорить об этой проблеме, напомним, каким образом в термодинамике была введена энтропия.

Рассмотрев круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух адиабат (цикл Карно), Клаузиус пришел к выводу, что отношение количества теплоты, отданной нагревателем (Q_1), к количеству теплоты, поглощенной холодильником (Q_2), в этом круговом процессе не зависит от свойств рабочего тела, а является функцией только температур нагревателя (T_1) и холодильника (T_2)² [329, с.133-136]. Затем Клаузиус показал, что для цикла Карно для идеального газа справедливо соотношение $Q_1/T_1 + Q_2/T_2 = 0$ [там же, с.136-138]³. Рассматривая сложные круговые процессы, состоящие из множества изотерм и адиабат, Клаузиус получил, что для них $\sum Q_i/T_i = 0$ [там же, с.138-140]. Затем он получил для любого кругового процесса уравнение $\oint \delta Q/T = 0$ и заключил, что выражение $\delta Q/T$ есть полный дифференциал «некоторой величи-

¹ Именно так – «Проблема доказательства существования энтропии» – называется параграф в курсе химической термодинамики С. И. Исаева [294, с.71-75].

² Это – одна из формулировок теоремы Карно.

³ Q_2 – отрицательная величина.

ны, которая зависит только от данного состояния тела, а не от пути, которым тело в это состояние пришло» [там же, с.143]. Обозначив эту величину через S , Клаузиус получил уравнение, приведенное нами выше под номером (7), а также уравнение $\delta Q = TdS$ [там же, с.133] ¹.

Таким образом, ряд рассуждений, которые приводят к заключению о существовании функции состояния энтропии, начинается у Клаузиуса с теоремы Карно.

Доказательство теоремы Карно Клаузиус построил на том, что допущение, противоречащее теореме Карно, приводит к противоречию с постулатом (принципом): «Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более теплему» [там же, с.133-138] ². Таким образом, в самом начале рассуждений, которыми доказывается существование энтропии, лежит аксиома (постулат) Клаузиуса ³.

Постулат Клаузиуса не является обобщением опытных данных. Ни Клаузиус, ни кто-либо другой никогда не проводили никаких экспериментов, подтверждающих этот постулат. Многие считают его очевидным. Это не так. Постулат Клаузиуса очевидным не является.

«Постулат Клаузиуса никоим образом не сводится к утверждению, что при непосредственном тепловом контакте двух тел теплота переходит от тела более нагретого к телу менее нагретому» [530, с.92] ⁴.

¹ Рассуждения Клаузиуса воспроизводятся, например, в [322, с.257-263; 503, с.62-68; 530, с.97-99; 590, с.244].

² Если бы КПД цикла Карно зависел от свойств рабочего тела, то единственным результатом работы двух сопряженных машин Карно с различными КПД мог бы быть перенос тепла от более холодного тела к более теплему телу [237, с.78-79; 503, с.64-65; 530, с.97-99].

³ Эту аксиому, как говорилось выше, сегодня часто называют вторым началом термодинамики в формулировке Клаузиуса.

⁴ «Это утверждение вообще не составляет физического закона, а является просто определением того, какое из двух тел условились считать более, а какое менее нагретым» [530, с.92].

Заметим: не просто определением. В основе того положения, что при контакте более теплого и более холодного тел одно получает, а другое отдает теплоту, лежат определенные теоретические предпосылки. Очевидным (принимаемым непосредственно с помощью органов чувств) является положение о том, что при тепловом контакте температуры тел становятся одинаковыми. А что переходит при этом и в каком направлении (теплота, энергия, теплород от тела теплого к телу холодному или холод от холодного тела к теплему) — это определяется той теорией, которой придерживаются физики в данное время.

«При непосредственном контакте двух систем с различными температурами одна система отдает, другая получает теплоту. Это физика» [346, с.98]. Трудно сказать, какой именно смысл вкладывали авторы в термин «физика», но здесь под физикой следует понимать теоретическую физику. Утверждение «Из опытов известно, что теплота всегда переходит от более нагретого тела к менее нагретому, а не наоборот» [558, с.102] является ошибочным.

Постулат Клаузиуса по сути утверждает: «если при контакте теплота переходит от тела А к другому телу В, то невозможен процесс, единственным конечным результатом которого был бы переход теплоты от В к А» [588, с.33] (см. также [222, с.333–334; 89, с.12–16; 530, с.92–93]).

Поскольку на основе теоремы Карно и принципа существования энтропии получено множество подтвержденных экспериментально результатов, то можно было считать, что истинность постулата Клаузиуса подтверждается истинностью теорем, которые получены на его основе, как и истинность аксиом геометрии.

Однако в 1947 году вышла книга А. А. Гухмана «Об основаниях термодинамики», в которой приводится доказательство теоремы Карно, во многом совпадающее с доказательством Клаузиуса, с тем отличием, что исходным в нем является постулат, **противоположный постулату Клаузиуса**: «Теплота не может переходить сама собой от более нагретого тела к более холодному» [221, с.80] (см. также [111, с.215–227; 164, с.140–141; 169, с.265; 222, с.340–341; 294, с.72–73]).

Таким образом, А. А. Гухман продемонстрировал, что одна и та же теорема с равным успехом может быть доказана на основе противоположных посылок. А если серьезно, то он доказал, что **теорема Карно**, а значит, и **существование энтропии** (уравнение (7)) **не следуют из постулата Клаузиуса**. Тем самым он окончательно доказал, что принцип существования энтропии не зависит от принципа возрастания энтропии. А. А. Гухман писал:

«Тот факт, что при нестатических процессах в термически изолированной системе происходит возрастание энтропии, должен рассматриваться как нечто совершенно новое по отношению к существованию энтропии (т. е. возможности предоставления элементарного количества теплоты в виде TdS). В возрастании энтропии отражаются такие свойства термических явлений, которые всецело обусловлены нестатичностью процесса. Поэтому принцип возрастания энтропии по самому его существу не может быть поставлен в связь с соотношениями, которые имеют смысл только в условиях равновесия.

Таким образом, принцип существования энтропии представляет собой совершенно самостоятельное положение, которое ни в какой мере не связано с принципом возрастания энтропии: строго говоря, существование энтропии в равной мере совместно с «принципом возрастания» и «принципом убывания». Утверждение, что энтропия есть термическая координата состояния (при температуре в качестве потенциала), ни в малейшей мере не зависит от тех особых свойств теплоты, которые проявляются при нестатических процессах.

Между тем, система Клаузиуса основана на постулате, который полностью относится к области нестатических явлений. Создается впечатление, что возрастание энтропии есть необходимая предпосылка ее существования – «энтропия существует постольку, поскольку она возрастает» [221, с.82–83].

Удивительно, но результат, полученный А. А. Гухманом в 1947 г., результат, по своему значению не менее важный, чем доказательство Клаузиусом существования энтропии, результат, демонстрирующий гипотетичность того, что называют «вторым началом термодинамики в формулировке Клаузиуса», остался незамеченным физиками – почти во всех курсах термодинамики «доказательство» Клаузиуса приводят как не вызывающее сомнений, демонстрируя тем самым знание этой науки на уровне «до 1947 года»¹.

Если же учесть результат А. А. Гухмана, то нужно сказать, что сомнительной является истинность всех выводов Клаузиуса, в которых используется его постулат, в том числе положения о том, что КПД цикла Карно не зависит от вида рабочего тела (теорема Карно), теоремы о существовании энтропии, теоремы о возрастании энтропии. Кроме того, поскольку многочисленные авторы доказывали эквивалентность постулата Клаузиуса и постулата Томсона-Планка о невозможности вечного двигателя второго рода, то результат А. А. Гухмана заставляет усомниться в истинности постулата Томсона-Планка.

Сам А. А. Гухман сделал такой вывод:

«Положение о существовании энтропии надлежит рассматривать как весьма правдоподобное, но в основе своей гипотетическое и нуждающееся в проверке» [222, с.164] (см. там же, с.11-13, с.317-378).

Он полагал, что гипотеза существования энтропии – координаты состояния, соответствующей термическому взаимодействию – подтверждается огромным экспериментальным материалом и «вводится в науку как принцип существования энтропии» [222, с.12]. Думается, здесь А. А. Гухман заблуждался.

Ранее М. Борн писал по поводу формулы $dQ=TdS$:

«Но эта формула справедлива лишь для простых жидкостей, состояние которых характеризуется двумя переменными, и ее распространение на любые системы требует особого обоснования» [133, с.245]. «Существование интегрирующего делителя является исключением, особенностью...» [там же, с.238].

По мнению М. Борна, второе начало «утверждает, что именно такую особенность имеют пфаффовы дифференциальные уравнения термодинамики» [там же, с.238]. Из этой особенности можно вывести существование энтропии. Но так как результат А. А. Гухмана поставил под сомнение существование энтропии, так как принцип адиабатной недостижимости Каратеодори не был подтвержден опытным путем, то существование функции энтропии ни на чем не основано.

¹ Более или менее подробные сообщения о результате А. А. Гухмана и его обсуждение автор встретил только в курсах А. И. Вейника [164–170], Н. И. Белокопя [111, 112], В. Ф. Леоновой [375], В. С. Жуковского [246], Д. В. Сивухина (без упоминания имени А. А. Гухмана) [530, с.149], С. И. Исаева [294].

Таким образом, если выше говорилось, что функция состояния энтропия, определяемая уравнением (7), существует для равновесных и не существует для неравновесных систем, то сегодня следует сказать, что существование энтропии, определяемой уравнением (7), доказано далеко не для всех равновесных систем. Можно утверждать определенно лишь то, что существует энтропия идеального газа и систем, подчиняющихся уравнению состояния Ван-дер-Ваальса [111, с.141; 264, с.194; 537, с.37], поскольку для этих систем истинность формул (7) и (8), можно доказать путем математического вывода из начал термодинамики и соответствующих уравнений состояния, не используя постулат Клаузиуса [237, с.87-88; 266, с.80-82; 376, с.69].

«В случае многопараметрических систем сама возможность введения понятия энтропии накладывает на термодинамические характеристики рабочего вещества весьма жесткие ограничения... Выполнение накладываемых этими ограничениями условий для широкого круга веществ никогда не было даже предметом экспериментальных исследований. В некоторых конкретных случаях они заведомо не выполняются» [537, с.37] (см. также [535, с.579-581; 539, с.8-10]).

«По-видимому, однопараметрические термодинамические системы, интегрирующий делитель которых равен абсолютной газовой температуре (для которых справедливо уравнение (7) – В. И.), являются исключительными...» [264, с.194].

Следовательно, многочисленные уравнения термодинамики, при выводе которых использовался принцип существования энтропии, применимы только к таким равновесным системам, параметры которых удовлетворяют уравнению (11) [264, с.194; 539, с.9]. Соответственно, прежде чем делать на основе принципа существования энтропии какие-либо заключения о свойствах какой-то равновесной термодинамической системы, необходимо выяснить применимость к параметрам этой системы уравнения (11). Но в таком случае можно задать вопрос: а нужен ли в теории физико-химических равновесий принцип существования энтропии? Ведь энтропия не является измеримым параметром – вычисляемые значения энтропии термодинамических систем используются в расчетах парциальных давлений, констант равновесия, концентраций. А все уравнения, которые выводят на основе формул (7) или (8), в которых фигурирует энтропия, можно получить на основе формулы (11), не вычисляя энтропию.

Заметим: многие авторы высказывались в пользу того, что «энтропия Клаузиуса (в равновесных процессах, – В. И.) является не чем иным, как «теплородом» Карно» [294, с.71] (см. также, например, [140, с.112; 169, с.323-328; 222, с.324-329]).

И дело, конечно, не только в том, что цикл Карно на диаграмме теплород-температура выглядит точно так же, как на диаграмме энтро-

пия-температура (T - S -диаграмме) ¹. Несомненно, в связи с сохранением в энтропии многих черт теплорода, в термодинамике делается странный вывод о том, что величина изменения энтропии при изотермическом расширении идеального газа выражается такой же формулой, как и при изотермических процессах плавления или парообразования ($\Delta Q/T$) (см. например [237, с.92-93]). Общность этих формул обусловлена тем представлением, что во всех указанных случаях подводимая теплота поглощается веществом. Но если при плавлении или парообразовании теплота действительно поглощается веществом, повышая его внутреннюю энергию, то при изотермическом расширении идеального газа теплота газом не поглощается, а превращается в работу. Поскольку изменение энтропии идеального газа не связано с преобразованием энергии, делается вывод, что при расширении газа в пустоту его энтропия, вопреки формуле (7), увеличивается без подвода теплоты. Впрочем, вопрос о действительном содержании понятия энтропии в классической термодинамике, о том, насколько это понятие отличается от теплорода, а также о том, проясняет или затемняет понимание сущности физико-химических процессов использование понятия энтропии, требует углубленного изучения ².

¹ И точно так же, как на диаграмме термический заряд – температура в теории А. И. Вейника. Согласно А. И. Вейнику, при теплопередаче термический заряд возникает, т. е. его количество растет – подобно тому, как в традиционной термодинамике при теплопередаче растет энтропия. Соответственно, большим преувеличением является то утверждение, что «*во всех своих главных свойствах термический заряд принципиально отличается от энтропии*» [169, с.228].

² Положение о неуничтожимом теплороде содержится в скрытом виде в принципе адиабатной недостижимости Каратеодори, согласно которому в любой окрестности произвольно заданного состояния любой термодинамической системы имеются состояния, которые нельзя достичь адиабатическим путем. Продемонстрирует это с помощью аналогии.

Предположим, имеется химический реактор, в котором находятся углерод, водород, кислород, где могут происходить любые химические реакции. В нем можно получить миллион разнообразных химических соединений. Однако если реактор изолирован от окружения, в нем нельзя получить даже одну молекулу HF. Можно сказать, что «состояние», в котором имеется одна молекула HF, бесконечно близко расположено к другому состоянию, в котором HF нет, однако оно недостижимо адиабатическим путем для химического реактора.

Соответственно, принцип адиабатной недостижимости Каратеодори означает, что при теплопередаче система получает нечто такое, образование и уничтожение которого невозможно внутри системы, т. е. по сути означает существование неуничтожимого теплорода. Почему же ошибочность этого принципа не замечают? Потому что он действителен, например, для идеального газа. Для идеального газа адиабатически недостижимым является состояние с той же температурой и меньшим объемом. Для идеального газа $\delta Q/T$ – полный дифференциал, энтропия существует. Но заключать отсюда, что это справедливо для любой системы, разумеется, нельзя.

По мнению автора, устранение из термодинамики понятия энтропии не должно вызвать особых трудностей. Наибольшую роль энтропия играет в химической термодинамике — в расчетах химических и фазовых равновесий. А в этой области уже несколько десятилетий успешно развивается де-факто «безэнтропийная» теория физико-химических равновесий — статистическая термодинамика (см., например, [237, с.198-284; 304, с.496-521; 503, с.142-183]).

«Статистическая термодинамика, возникшая на основе кинетической теории вещества, позволяет непосредственно из свойств молекул, полученных с помощью спектроскопических исследований, найти для значительного числа веществ абсолютные значения термодинамических свойств и рассчитать равновесие, не прибегая к трудоемким и дорогостоящим калориметрическим определениям при низких температурах. При этом результаты подчас более точные, чем полученные другими методами, в частности, расчетом по третьему закону термодинамики (т.е. на основе определения абсолютных значений энтропии — В.И.)» [304, с.496].

Статистическая термодинамика убедительно подтверждает идею Энгельса: «Природа движущихся тел вытекает из форм движения» [10, с.563]. Эта теория позволяет рассчитать, например, химический состав газовой смеси на основе молекулярных спектров — своего рода списков характерных периодических движений, которые постоянно совершают атомы и молекулы. Отдавая дань традиции, на основе статистической термодинамики производят расчеты энтропии, однако в этом нет никакой необходимости, поскольку энтропия не является измеримым параметром, а измеримые параметры эта теория позволяет рассчитать без использования значений энтропии (см. [237, с.242-245; 304, с.499-520]). На фоне этой теории феноменологическая химическая термодинамика, оперирующая множеством неизмеримых величин (энтропия, изобарно-изотермический, изохорно-изотермический, химические потенциалы и т. д.), выглядит как устаревшая мистическая форма для выражения объективно существующих закономерностей.

Следует заметить, что одной из задач, которые ставили перед собой основатели статистической термодинамики, было выведение закона возрастания энтропии из законов механики. В свете сказанного выше, эту задачу сегодня следует признать ложной¹. Решая эту зада-

¹ Заметим, что, желая дать «механическое» обоснование закона возрастания энтропии, Л. Больцман допустил логическую ошибку вида «подмена тезиса». Он показал, что в газе со временем устанавливается максвелловское распределение скоростей, что некая функция H скоростей молекул убывает по мере приближения распределения скоростей к стационарному и сделал вывод, что функция $-H$ представляет энтропию (см. [129, с.369-382]). Но ведь классическая термодинамика не рассматривает эволюцию закона распределения скоростей молекул газа! Классическая (феноменологическая) термодинамика вообще не оперирует понятиями атома и молекулы. Согласно этой теории,

чу, Л. Больцман и другие теоретики использовали вероятностную интерпретацию функции распределения молекул по энергиям. Тот факт, что у определенной доли молекул значение энергии находится в известных пределах, интерпретируется как вероятность того, что значение энергии наугад выбранной молекулы находится в тех же пределах. Иначе говоря, параметр распределения, существующего в действительности, истолковывается как степень возможности появления события! Это породило множество спекуляций о статистической природе второго начала термодинамики, вероятностном мире и т. д. Разумеется, категория вероятности не имеет никакого отношения к тому факту, что при данной температуре значения скоростей известной доли молекул находятся в известных пределах, как не имеет никакого отношения к вероятности тот факт, что куб имеет шесть граней.

Можно надеяться, что освобожденная от ненужных гипотез статистическая термодинамика со временем станет основой «безэнтропийной» (де-юре) теории физико-химических равновесий — теории, в которой об энтропии не будет даже упоминаться.

Кстати, «в своих исследованиях Нернст не пользовался понятием энтропии, которое он считал неясным и потому попросту не любил его» [199, с.282].

Но если без энтропии можно обойтись в термодинамике равновесных процессов, где с использованием принципа существования энтропии получено множество используемых в практике уравнений, то нет никаких рациональных оснований для использования понятия энтропии (как и «закона» ее возрастания) в термодинамике неравновесных процессов. Эти процессы можно описывать без энтропии — уравнениями, основанными на законах диффузии, теплопроводности, химической кинетики и т. п. (см., например, [405])¹.

энтропия возрастает при теплообмене, смешении газов, образовании теплоты путем трения, расширении газа в пустоту. Чтобы дать «механическое» обоснование закона возрастания энтропии, нужно было рассмотреть изменение параметров движения молекул газа в этих процессах. Соответственно, Н-теорема Больцмана не имеет никакого отношения к закону возрастания энтропии, полученному в рамках классической термодинамики.

Ошибка Больцмана — результат недооценки необходимости доказательства существования энтропии.

¹ М. В. Волькенштейн отмечал: «В этой области мы выходим за пределы термодинамики и вынуждены обратиться к конкретным кинетическим моделям» [184, с.330]. В таком случае непонятны его протесты против «антиэнтропийности» жизни и заявление о том, что «очевидной и универсальной термодинамической основой структурообразования в космической, добиологической и биологической эволюции является «экспорт энтропии» — ее выделение открытой системой» [183, с.432]. Думается, выходя за пределы термодинамики, энтропию следует оставить в прошлом.

Добавим, что основы теории периодических химических процессов, которые принято рассматривать в рамках нелинейной термодинамики неравновесных процессов (см. например [101, с.280-287]), были заложены в то время, когда нелинейной термодинамики не было (см. например [523, 603]). В монографии Д. А. Франк-Каменецкого, вышедшей в свет за 4 года до того, как была открыта знаменитая периодическая реакция Белоусова-Жаботинского¹, имеется глава «Периодические процессы в химической кинетике» [603, с.341-352], где на основе законов химической кинетики получено «общее условие колебательного протекания (в достаточно малой окрестности квазистационарных концентраций) химического процесса, кинетика которого описывается системой из двух кинетических уравнений» [там же, с.344]).

Думается, устранение понятия энтропии из термодинамики окажет благотворное влияние на многие науки, так как сделает невозможным «выведение» из закона возрастания энтропии каких угодно законов, в том числе социальных и экономических (см. например [611, с.355-366]) и, можно надеяться, побудит теоретиков заняться изучением специфических законов специфических явлений.

К вопросу о необратимости природных процессов

Однако устранение из термодинамики «закона» возрастания энтропии или даже понятия энтропии не устранил из нее посылки, на основе которых возможно получение противоречащих диалектическому материализму следствий. Существует еще одно сомнительное с точки зрения диалектического материализма положение термодинамики – утверждение, будто неравновесные процессы, протекающие в природе, являются необратимыми.

Согласно определению, «любой процесс, переводящий изолированную систему из состояния 1 в состояние 2, есть процесс *необратимый*, если процесс, имеющий единственным своим результатом возвращение системы из состояния 2 в 1, невозможен» [503, с.72]².

Допущение необратимости природных процессов в сочетании с пониманием того, что совокупность всех природных процессов есть движение материи (Вселенной), влечет заключение о необратимой эволюции Вселенной. Если, кроме того, допустить, что «невозможно

¹ Кстати, В. П. Белоусов открыл не колебательные химические реакции, а **новый класс** колебательных химических реакций; периодические химические реакции были открыты почти за полтора века до открытия Белоусова [185, с.25]. А за 13 лет до открытия В. П. Белоусова – в 1938 г. – была издана монография Ф. М. Шемякина и П. Ф. Михалева «Физико-химические периодические процессы» [там же], по-видимому, не известная членам редколлегии тех журналов, в которых В. П. Белоусов пытался опубликовать сообщение о своем открытии.

² Философ, написавший: «Принцип энтропии есть выражение необратимости теплового движения» [211, с.158], явно не знаком с этим определением.

каким бы то ни было способом сполна обратить процесс, при котором тепло возникает благодаря трению» [479, с.91], что «фактически в природе нет процессов, которые бы не сопровождалось трением» [479, с.96], то нельзя избежать заключения о постоянном накоплении во Вселенной тепла и движении Вселенной к тепловой смерти ¹.

Соответственно, для опровержения вывода о необратимой эволюции материи необходимо доказать, что процессы превращения форм движения и материи не являются необратимыми. А для опровержения вывода о грядущем превращении всех форм энергии в тепло необходимо опровергнуть представление, будто необратимым является процесс образования тепла путем трения ².

Это несложно сделать. Прежде всего обратим внимание на одно существенное обстоятельство, касающееся сущности термодинамической необратимости.

«Из того, что процесс сам по себе не идет в обратном направлении, еще не следует, что он необратим» [479, с.92].

Многие современные авторы этого не понимают и утверждают: «Спонтанное разделение смеси на чистую воду и чистый спирт никогда не наблюдается. Следовательно, перемешивание спирта и воды – необратимый процесс» [496, с.34]. (См. также [140, с.130; 613, с.31]). Или в качестве иллюстрации обращения необратимого процесса приводят рисунок, на котором куча досок после взрыва превращается в строение [507, с.32]. Или пишут, будто вращение храповика с собачкой (защелкой), которое может происходить только в одну сторону – необратимый процесс [585, с.372-378].

Ошибочность последнего примера необратимости легко продемонстрировать. Если вращение происходит без трения, то начальное состояние механизма восстанавливается после каждого оборота храповика. Такой, чисто механический, круговой процесс является обратимым, хотя и характеризуется «необратимостью элементарной» (термин Т. А. Афанасьевой-Эренфест [89, с.11]), «непосредственно не обратим» [10, с.428].

¹ «Теория «тепловой смерти» признает, что все тепловые процессы в мире необратимы и что сам мир, как целое, представляет собой с термодинамической точки зрения также необратимый процесс» [336, с.128].

² Э. В. Ильенков писал, что ход качественных превращений энергии «не может быть односторонним, необратимым ни в одном из своих звеньев. Все формы движения материи тем или иным способом взаимно превращаются в другие, они взаимно обратимы. Если бы этого не было, то ныне существующая Вселенная не могла бы существовать без постоянного вмешательства сверхъестественных сил, а закон сохранения материи и движения превратился бы в фикцию» (выделено мной – В. И.) [290, с.429]. Вряд ли Э. В. Ильенков глубоко изучал термодинамику, но по поводу необратимости процессов преобразования энергии в природе высказался совершенно точно.

Из того, что существуют непосредственно необратимые процессы, вроде перемешивания спирта и воды, заключение об эволюции Вселенной не следует, подобно тому как из того, что храповик с собачкой вращается только в одну сторону, не следует, что повторение начального состояния механизма невозможно.

Когда в термодинамике необратимость понимают так, как ее понимали классики, то подразумевают, что «не существует не только непосредственной обратимости, но также не существует даже косвенной обратимости» [501, с.435], примером которой является вращение храповика с собачкой.

«Значение второго начала – писал М. Планк – заключается в том, что он дает необходимый и достаточный критерий для определения обратимости или необратимости всякого происходящего в природе процесса. Так как решение этого вопроса зависит только от того, можно ли полностью обратить данный процесс, то для него существенны исключительно природа начального и конечного состояний, то для него совершенно безразлично, как в остальном протекает процесс» [480, с.46].

Только при таком понимании необратимости можно говорить, что в необратимых процессах «природа проявляет к конечному состоянию «большее расположение», чем к начальному» [483, с.10], и ввести функцию состояния энтропию – «меру «предпочтения» природой соответствующего состояния» [483, с.11]. Разумеется, для храповика с собачкой такую функцию ввести нельзя.

Обращаем внимание на то обстоятельство, что, поскольку необратимость или обратимость определяется природой конечного и начального состояний, то наблюдая, например, за свободным падением стального шарика, не зная, куда он упадет, нельзя сказать, является его падение обратимым или необратимым процессом: если упадет на стальную плиту, процесс падения обратимый, если в ящик с песком – необратимый.

То, что какой-то процесс является необратимым (обратимым), не может быть очевидным. Поэтому в курсах термодинамики приводят доказательства существования необратимых процессов. Доказательство состоит из двух частей. Сначала доказывают необратимость ряда процессов (образования тепла путем трения, расширения газа в пустоту, перехода тепла от нагретого тела к холодному, смешения газов), основываясь на постулатах Клаузиуса либо Томсона-Планка (см. например [479, с.97-104; 503, с.71-73]), а затем делают заключение:

«Так как фактически в природе нет процессов, которые бы не сопровождались трением или переходом тепла благодаря теплопроводности, то все природные процессы в действительности необратимы...» [479, с. 96].

Таким образом, заключение о необратимости природных процессов основано, в конечном итоге, на постулатах Клаузиуса или Томсона-

Планка ¹. Поскольку, как говорилось выше, эти постулаты ничем не обоснованы, положения о необратимости природных процессов и об одностороннем изменении Вселенной следует считать необоснованными гипотезами. А если учесть, что эти гипотезы противоречат идее вечно движущейся, но остающейся неизменной материи (Вселенной), то их можно считать столь же фантастическими, как «гипотезу» существования потустороннего мира.

Заметим, что Планк не считал утверждение о существовании необратимых процессов абсолютно достоверным. Он писал

«Вообще говоря, существование необратимых процессов наперед неизвестно и недоказуемо, ибо, логически рассуждая, вполне возможно, что когда-нибудь будет найдено средство, применяя которое удастся вполне обратить процесс, считавшийся до того времени необратимым, например процесс трения или переход тепла благодаря теплопроводности» [479, с.94].

Если это будет сделано, то, по мнению Планка, «все здание второго начала должно рухнуть, и все многочисленные соотношения, выведенные с его помощью, уже не могут считаться строго доказанными, сколько бы этих соотношений ни было подтверждено на опыте; теоретическая работа должна быть начата сначала» [там же].

Но, как сказано выше, все подтверждающиеся на опыте и используемые в практических расчетах химических и фазовых равновесий уравнения можно вывести на принципа существования энтропии (уравнения (8) и (9)), а также на основе уравнения (11), которые относятся к равновесиям и не связаны с утверждением о существовании необратимых процессов.

Поэтому если отказаться в теории от положения о необратимости природных процессов, то рухнет только второй закон термодинамики для необратимых процессов, тот, который, по словам Дж. Джинса, «заставляет Вселенную двигаться все время в одном направлении по дороге, которая приводит к смерти и уничтожению» [230, с.176].

А все то, что относится к изучавшимся до сих пор равновесиям и подтверждалось практикой, останется без существенных изменений.

Нужно сделать одно уточнение. Из того, что процесс не является необратимым, не следует, что он может быть обращен. Он может быть непосредственно необратим. В. Краевский писал, что Больцман и Смолуховский «считали, что обратимость физических явлений име-

¹ Кстати, хотя «до сих пор неявно считалось, что именно возрастание энтропии является первопричиной необратимости динамических процессов» [406, с.1127], в действительности «возрастание энтропии можно рассматривать лишь как *признак* необратимости протекающих в системе процессов» [там же]. Разумеется, как «нельзя сказать, что абстрактная форма кризиса есть причина кризиса» [8, с.573], так нельзя сказать, что возрастание энтропии есть причина необратимости. Поведение энтропии — физической величины, некоторой абстракции — может, в лучшем случае, отражать поведение физических объектов.

ет абсолютный характер, вследствие чего во Вселенной будто бы нет определенного направления времени. Это мнение ошибочно. Строго говоря, никакое реальное явление не может быть полностью обратимым, так как его связи с окружающим миром бесконечно сложны, и поэтому совокупность условий, в которых происходит явление, никогда не повторяется с абсолютной точностью» [344, с.117].

С цитированным автором можно полностью согласиться. На наш взгляд, все процессы превращения конечных форм движения материи во Вселенной являются непосредственно необратимыми, поскольку являются процессами развития. Но при этом Вселенная в целом не меняется — это и есть мировой круговорот.

О вечных двигателях второго рода

Как говорилось выше, в последние годы появляется все больше публикаций, авторы которых утверждают о возможности создания так называемых вечных двигателей второго рода. Эти публикации часто встречали резкую критику со стороны специалистов. Не претендуя на исчерпывающее освещение вопроса, выскажем ряд соображений относительно этих двигателей.

Вечным двигателем второго рода называется устройство, преобразующее в механическое движение или электроэнергию теплоту, поглощаемую из «равновесной окружающей среды» [140, с.116], которая, по мнению подавляющего большинства физиков, «не может служить источником энергии» [там же]. На наш взгляд, эти преобразователи следует разделить на два класса — монотермические двигатели, работающие в изотермической среде, и двигатели, поглощающие теплоту из равновесной атмосферы.

Коротко об истории проблемы. Невозможность монотермического теплового двигателя есть следствие принципа Карно ¹, согласно которому для превращения теплоты в работу необходим не только источник теплоты, но и холодильник ². Как говорилось выше, этот прин-

¹ По словам Я. М. Гельфера, В. Томсон, в отличие от Р. Клаузиуса, «исходит непосредственно из принципа Карно об условии получения работы за счет теплоты. Это условие он формулирует как принцип невозможности вечного двигателя второго рода» [199, с.206].

² В одной из статей, где критикуются те, кто предлагает создавать вечные двигатели второго рода, читаем: «Тепловые двигатели работают за счет перехода тепла от горячего тела к холодному. Тепло идет, совершая работу, и частично рассеивается в пространстве» [127, с.87].

Автор явно находится в плену представлений С. Карно. «Тепловые двигатели работают за счет перехода тепла от горячего тела к холодному!» А механическое движение откуда в них берется? В действительности, «тепловые двигатели работают за счет перехода» теплоты в механическое движение! А «за

цип является ложным положением; в теории С. Карно он появился с целью согласования положений о невозможности получения работы из ничего (без компенсации) и о неуничтожимости теплорода¹. В модифицированном виде – в виде утверждения о невозможности получения работы из теплоты без того, чтобы часть теплоты не перешла к холодильнику – принцип Карно был включен Р. Клаузиусом и В. Томсоном в механическую (динамическую) теорию теплоты – термодинамику. Об этом подробно говорилось выше.

Таким образом, положение о невозможности монотермического теплового двигателя, во-первых, основано на тех представлениях, согласно которым работа в тепловых двигателях возникает за счет падения теплорода с высокого температурного уровня на низкий, а во-вторых, получено чисто умозрительно – никаких опытов по проверке этого положения ни В. Томсон, который ввел запрет на вечный двигатель второго рода, ни М. Планк, ограничивший запрет В. Томсона круговыми процессами, ни В. Оствальд (который ввел термин «вечный двигатель второго рода» (см. [140, с.114])) не производили.

Мало кто занимался опытным подтверждением невозможности (или возможности) создания вечных двигателей второго рода и позже. Сведения о проектах вечного двигателя второго рода, тем более о попытках практического создания такого двигателя, в литературе найти непросто². В таких книгах по истории физики и термодинамики, как

счет перехода тепла к холодному телу» происходит замыкание круговых процессов, если таковые имеют место в двигателях.

В этой же статье есть и другое замечательное место: *«Паранаука представляет собой область пересечения науки и невежества. Всякое неизвестное ранее явление относится к паранауке, пока не найдет убедительного объяснения – тогда оно переходит в область науки. Если же явление окажется необъясненным, оно либо так и остается паранаучным, либо перейдет в область невежества»* [там же]. Изобретатели, не показывая настоящим ученым такое, чего они не смогут объяснить: вас могут объявить параучеными или невеждами!

¹ Еще раз процитируем М. Планка: «Так как во времена Карно полным признанием пользовалась теория теплоты, которая рассматривала теплоту как неуничтожаемое вещество, наличие которого в большем или меньшем количестве обуславливало большую или меньшую нагретость тела, то он должен был прийти к мысли, что тепловое вещество производит живую силу таким же образом, как и тяжесть весомой материи. ...Карно искал компенсацию для совершенной работы в переходе теплоты от более высокой температуры к более низкой...» [482, с.24].

² Согласно В. М. Бродянскому, за четыре десятилетия, прошедших от появления постулата В. Томсона до 1892, когда В. Оствальд ввел термин «вечный двигатель второго рода», была предпринята 1 (одна) попытка создания таких двигателей [140, с.178]. Утверждение «Обобщение огромного экспериментального материала привело к выводу о невозможности построения вечного двигателя второго рода» [227, с.254] является плодом воображения его авторов.

[199, 347, 544, 545], нет сведений о попытках создания таких двигателей. В книге [427] сообщается о множестве проектов вечных двигателей первого рода, приводится более сотни рисунков таких двигателей, построенных за несколько веков (и, разумеется, не работавших), есть раздел, посвященный вечным двигателям второго рода, однако не сообщается ни об одной попытке создания такого двигателя, не названо ни одного имени изобретателя, предлагавшего такой двигатель¹.

По-видимому, первым с обоснованием возможности создания вечного двигателя второго рода выступил К. Э. Циолковский. В брошюре «Второе начало термодинамики» он писал:

«...Согласно усердным последователям Клаузиуса и Томсона, теплота тел стремится к уравнению, к одной определенной средней температуре; иными словами энтропия вселенной непрерывно растет. Настанет время, когда солнце потухнет, мир замрет, живое уничтожится. Но этого не будет, если постулат Калюзиуса не признавать началом или законом.

Мир существует давно, даже трудно предположить, что он когда-нибудь не существовал. А если он уже существует бесконечное время, то давно должно наступить уравнение температур, угасание Солнца и всеобщая смерть. А раз этого нет, то и закона нет, а есть только явление, часто повторяющееся. Также невозможно, оказывается, отрицать и *perpetuum mobile* второго рода, ибо сам мир не отрицает его. Вот как важен спор о втором начале термодинамики!» [622, с.24].

Циолковский высказал идею, что в газе, жидкости, твердом теле под действием тяготения возникает вертикальный градиент температуры и что это явление можно использовать в практических целях как источник энергии. Насколько известно автору, эта брошюра Циолковского осталась незамеченной².

Независимо от К. Э. Циолковского, проблему создания вечного двигателя второго рода поставил в начале 50-х гг. XX века выдающийся советский инженер П. К. Ощепков. Знаменательно, что уверенность в возможности создания такого двигателя ему придало чтение работ Ф. Энгельса.

В своих воспоминаниях П. К. Ощепков писал:

«Существует постулат Клаузиуса, согласно которому теплота не может сама собой переходить от тел более холодных к телам более нагретым. Есть множество других теорий, призванных доказать деградацию энергии и невозможность ее обратной концентрации.

¹ Соответствующий раздел книги [427, с.182-183] демонстрирует, что ее автор имеет весьма смутное представление о сути проблемы вечного двигателя второго рода. В частности, вечным двигателем второго рода ошибочно названа машина, способная без потерь осуществлять циклическое преобразование: теплота — механическое движение — теплота — механическое движение и т. д.

² Идеям Циолковского посвящены две книги И. И. Гвая [191, 192] и глава в книге Е. И. Опарина [463, с.49-56].

Но ведь природа вечно изменяется, вечно находится в движении, а она не могла бы бесконечно существовать, если бы все процессы в ней шли только в сторону диссипации, т. е. рассеяния энергии.

В природе обязательно должны иметь место и процессы обратного характера, т. е. процессы концентрации энергии.

...Я ясно понял, что это всеобщий закон, в природе так должно происходить. Но где найти подтверждение своим мыслям? Я начал жадно изучать литературные источники. Будучи горячо убежден в том, что в основе всякого поиска лежит анализ, методология, я обратился прежде всего к классикам марксизма, основоположникам диалектического материализма. И я не ошибся в своих предположениях и надеждах. Именно у них я нашел высказывания, давшие мне первое удовлетворение.

Фридрих Энгельс в своем знаменитом труде «Диалектика природы» писал:

«Мы приходим, таким образом, к выводу, что излученная в мировое пространство теплота должна иметь возможность каким-то путем — путем, установление которого будет когда-то в будущем задачей естествознания,— превратиться в другую форму движения, в которой она сможет снова сосредоточиться и начать активно функционировать. Тем самым отпадает главная трудность, стоящая на пути к признанию обратного превращения отживших солнц в раскаленную туманность»...

В начале 50-х годов в нашей лаборатории образовалась небольшая, но инициативная группа по изучению проблемы концентрации энергии, начавшая разработку ее методологических основ. Было задумано составить записку, которая отражала бы все научно-философские основания правомерности постановки проблемы... В итоге в 1953 г. была написана работа под названием «Закон концентрации энергии — фундаментальный закон природы» [469, с.199-211].

В 1954 г. Президиум АН СССР принял постановление, которым П. К. Ощепкову поручалось подготовить материалы и провести эксперименты по вопросам концентрации энергии. Эти работы поддержал вице-президент АН СССР академик И. П. Бардин. Лаборатория П. К. Ощепкова была переведена в систему АН СССР и до конца дней И. П. Бардина (он умер в 1960 г.) П. К. Ощепков работал под его общим руководством.

Насколько можно судить по публикациям [395, 463, 469], ни П. К. Ощепкову, ни сотрудникам его лаборатории, ни сотрудниками организованного им в 1967 г. Общественного института энергетической инверсии не удалось создать работающий образец вечного двигателя второго рода. Думается, потому, что они мало внимания уделили теории и, в частности, не осознали, насколько существенно изменилось содержание второго закона термодинамики в XX веке. Однако это не умаляет заслугу П. К. Ощепкова: именно он первый — вслед за К. Э. Циолковским — на основе «философского» вывода о невозможности тепловой смерти Вселенной заявил о существовании в природе

процессов, обратных рассеянию энергии, и поставил инженерную задачу практического использования таких процессов.

20 ноября 1959 г. Президиум АН СССР на своем заседании осудил «покушения» на второй закон термодинамики, о чем на второй день, 21 ноября 1959 г., сообщила газета «Правда» [493], а 22 ноября в этой же газете против П. К. Ощепкова выступили три академика АН СССР — Л. А. Арцимович, И. Е. Тамм, П. Л. Капица [85]. Следует отметить, что термодинамика не была специальностью ни одного из этих академиков и, насколько известно автору, ни один из них не занимался исследованиями в области оснований термодинамики.

Когда в 1987 г. П. К. Ощепков опубликовал в журнале «Коммунист» статью «Одна из революционных идей в области научно-технического прогресса» [470], против него в той же газете «Правда» снова выступили три академика АН СССР — Е. Велихов, А. Прохоров, Р. Сагдеев [175]. И снова не специалисты в термодинамике ¹.

Думается, такой состав «троек» неслучаен. Только люди, имевшие поверхностные представления о состоянии классической термодинамики во второй половине XX в. и уверенные в своей непогрешимости, могли так грозно в 1959 и в 1987 гг. обвинять П. К. Ощепкова в попытках нарушить второй закон термодинамики, возмущаться по поводу невежества тех, кто предлагает обратить рассеяние энергии и т. п. ²

Сказать, что создание вечного двигателя второго рода противоречит второму закону термодинамики, можно было в первой четверти XX в. — до появления статьи Т. А. Афанасьевой-Эренфест [89] ³. А после появления этой статьи об этой невозможности следовало бы написать более подробно. Ведь в этой статье показано, что для выполнения постулата «Во всяком квазистатическом круговом процессе невозможно превращение тепла в работу без того, чтобы некоторое соответствующее количество тепла не перешло от тела более нагрето-

¹ Любопытно, что сообщения о возможности нарушения закона сохранения энергии, насколько известно автору, не вызывали гнева академиков — ни в 20-30-е гг. XX в. (см. например [196]), ни в первой половине 60-х гг. XX в. (см. [212, с.76-77]). В 1934 г. академик А. Ф. Иоффе писал: «Святых законов в физике не может быть, закон сохранения энергии тоже не есть святой закон, и канонизировать его нет никаких оснований» (цит. по [196, с.75]). Непонятно, почему так нельзя сказать о втором законе термодинамики.

² А. А. Гухман, лучше других представлявший ситуацию с обоснованием второго закона термодинамики, оценивал идею П. К. Ощепкова так: «...в очень острой и конкретной форме поставлен большой, чрезвычайно сложный вопрос. Нет никаких общих принципиальных оснований отклонять его. В конечном счете вопрос сводится в опытам и к конкретным результатам экспериментальных исследований» (цит. по [469, с.213]).

³ А преподнести второй закон термодинамики как абсолютную истину после 1947 г. могли только люди, не знакомые с книгой А. А. Гухмана [221].

го к телу менее нагретому» [там же, с.16] должны выполняться **четыре аксиомы** [там же, с.12-16], среди которых аксиома тепловой связи, которую потом назвали нулевым законом термодинамики. Если академики не читали «Журнал технической физики», то же самое, со ссылкой на статью Т. А. Афанасьевой-Эренфест, излагается в «Курсе термостатики» Ван-дер-Ваальса и Констамма [156, с.139].

Учитывая результаты Т. А. Афанасьевой-Эренфест, можно сразу сказать, что не будет вечным двигателем второго рода машина, состоящая из двух сопряженных машин Карно, использующих в качестве рабочих тел вещества или смеси веществ, для которых справедливы уравнения (7) или (11). А другие проекты нужно анализировать особо ¹.

Например, часто высказывалась идея, что под влиянием гравитационного поля в вертикальном столбе газа сам собой возникает вертикальный градиент температуры, величина которого зависит от молекулярной массы газа. Об этом можно прочесть в работах И. Лошмидта [391], К. Э. Циолковского [622], И. И. Гвая [191, 192], В. Ф. Яковлева [655, 656], Е. Г. Опарина [462, 463], Г. А. Бегунова [107]. Если указанные авторы правы, то, поставив рядом две заполненные различными газами трубы, стенки и верхние торцы которых термоизолированы, а нижние могут обмениваться теплотой с атмосферой, можно получить разность температур верхних торцов. И если подвести к этим торцам спай термопар, то можно получать электроэнергию за счет теплоты изотермического объема, контактирующего с нижними торцами труб [462, 463].

Сегодня нельзя говорить, что такого рода устройство, которое по всем признакам является вечным двигателем второго рода (но не монотермическим двигателем), действует вопреки второму закону термодинамики. С учетом различия второго и нулевого законов термодинамики следует сказать, что функционирование такого рода устройства, как и существование вертикального градиента температуры в газе, зависящего от молекулярной массы газа, противоречит нулевому закону термодинамики.

Однако зависимость вертикального градиента температуры от молекулярной массы газа не только в высшей степени вероятна, но даже необходима с точки зрения диалектики. Ведь другие равновесия — диффузионное, химическое, электрическое и т. д. — существуют при

¹ В одной из статей сказано: «За последние годы резко возросло количество различных проектов, находящихся в явном или скрытом противоречии со вторым законом термодинамики... Как правило, авторы таких проектов предлагают весьма сложные схемы преобразования энергии, включающих фазовые превращения, действие гравитационных и иных полей, электронные процессы и др.» [118, с.42]. Можно заключить, что авторы этих проектов действовали в правильном направлении — то, что доказано для машины Карно с идеальным газом в качестве рабочего тела, на такие схемы не распространяется.

равных значениях соответствующих потенциалов (параметров интенсивности) — концентрации, электрического потенциала — только «при прочих равных». Любое из этих равновесий может иметь место и при различных значениях соответствующих потенциалов, если контактируют тела различного состава. И понятно почему. Ведь, например, при установлении электрического равновесия происходит не выравнивание уровней «электрической жидкости», а обмен электронами или ионами, которые обладают не только электрическим зарядом, но и химическими и другими свойствами. Если химические свойства контактирующих сред одинаковы, равновесие устанавливается при равных электрических потенциалах, если различные — под влиянием электрического и химического потенциалов. Соответственно, электрическое равновесие может быть тогда, когда среды имеют различные электрические потенциалы, диффузионное равновесие может быть при различных концентрациях растворенного вещества и т. д. Разумеется, поскольку тепловое равновесие — это не равновесие теплорода в телах, наступающее при равных его уровнях, то можно ожидать, что и условие теплового равновесия тоже не такое простое и безусловное, как постулируется нулевым законом термодинамики. Нельзя заранее исключать того, что в условиях теплового равновесия существует скачок температуры на границе двух тел различного состава, а также вертикальный градиент температуры в столбе газа, зависящий от молекулярной массы газа.

Если тепловое равновесие в вертикальном столбе газа существует только при определенном значении градиента температуры, то при меньшем значении этого градиента возникнет тепловой поток, направленный в сторону более высокой температуры. Этот вывод в статье [641] представлен как абсурдный. Но он выглядит абсурдным только в глазах тех, кто считает нулевое начало термодинамики абсолютным законом, для чего, однако, нет оснований.

Разумеется, если градиент температуры в газе возникает под влиянием гравитационного поля, то он должен возникнуть и под влиянием центробежной силы. А поскольку центробежное ускорение в вихревом потоке может превышать ускорение свободного падения на 5–6 порядков, то возможно создать вечный двигатель второго рода, используя вихревую турбину (см. [536, 537]).

Далее, вечный двигателя второго рода можно создать, используя системы, для которых не выполняется принцип существования энтропии, для которых величина $\delta Q/T$ не является полным дифференциалом (так называемые неголономные системы) (см. [264, 538, 539]). Такой вывод критикуется в статье [624], в которой, как и в большинстве работ тех, кого называют специалистами, отсутствует понимание того, что сегодня второй закон термодинамики имеет другое содержание, чем в XIX веке, что есть проблема доказательства существования энтропии,

что есть системы, для которых энтропия, определяемая уравнением (8), не существует¹.

Детальный анализ условий, необходимых для создания вечного двигателя второго рода, дается в книгах А. И. Вейника [171, 173]. Там же сообщается об опытах, подтверждающих принципиальную возможность создания такого двигателя. А. И. Вейник писал:

«Подробный анализ проблемы показывает, что для осуществления ПД² необходимо соблюсти два важнейших условия. Первое заключается в том, чтобы обратиться к тем явлениям природы, которые при данной температуре (при температуре одного источника) сопровождаются самопроизвольным возникновением различного рода неоднородностей и образованием соответствующих разностей интенсивов — температур, электрических потенциалов, давлений, химических потенциалов, хроналов и т. д. К таким явлениям относятся, например, испарение жидкости, термоэлектричество, осмос, диффузия, химические превращения и многое другое. В частности, при испарении жидкость автоматически охлаждается ниже температуры окружающей среды, а при конденсации — нагревается, появляется необходимая разность температур. Термоэлектрические явления характеризуются тем, что при данной температуре между различными телами возникает некоторая разность электрических потенциалов. В явлениях осмоса образуется разность давлений...

Однако соблюдение первого требования необходимо, но его далеко не достаточно для осуществления обсуждаемого устройства. Второе важнейшее требование состоит в том, чтобы создать условия, при которых вещество, сопряженное с возникшей разностью интенсивов, самопроизвольно и непрерывно подавалось бы на эту разность. Необходимо умудриться сконструировать замкнутый циркуляционный контур для сопряженного вещества, в контуре должен происходить круговой процесс изменения состояния этого вещества.

Второе требование выполнить неизмеримо труднее, чем первое, но в нем-то и заключается вся соль проблемы. Поэтому запрет, наложенный Клаузиусом на подобную непрерывную циркуляцию, долгое время казался вполне естественным и правильным: согласно Клаузиусу, необратимость реальных процессов должна неизбежно привести к деградации энергии циркулирующего вещества и к прекращению самой циркуляции.

С целью удовлетворения второму требованию возможно вместо простой замкнутой циркуляции вещества осуществить какой-либо другой, более сложный круговой процесс, или цикл, например, типа того, что проис-

¹ Об этом убедительно свидетельствует заключительное предложение статьи: «Весь опыт человечества, накопленный до сих пор, подтверждает правдивость этого закона, и вероятность того, что он ошибочен, столь же мала, как и вероятность того, что частицы газа в замкнутом сосуде самопроизвольно соберутся в одну его половину» [624, с.142].

² ПД — перспективный двигатель. Так А. И. Вейник называет вечный двигатель второго рода.

ходит в паровой машине, холодильнике и т. д. Главное заключается в том, чтобы система периодически возвращалась в исходное состояние (или находилась в стационарном состоянии – В. И.) и благодаря этому устройство было бы способно работать неограниченно долго. Однако здесь я буду говорить только о циркуляционных вечных двигателях второго рода, отличающихся наибольшей простотой и наглядностью и не требующих для своего осуществления никаких уникальных и дорогих устройств.

Должен сказать, что круговая циркуляция вещества обычно обладает малой интенсивностью, так как самопроизвольно возникающие разности потенциалов весьма невелики. Это – одна из причин, почему ранее ее обнаружить не удавалось...

Весьма существенно, что каждая такая самофункционирующая система нарушает, помимо закона Клаузиуса, еще какой-нибудь известный закон либо опирается на некий новый закон, неизвестный ранее. Например, термофазовый ПД нарушает уравнение Томсона-Кельвина..., один из термоэлектрических ПД нарушает закон Вольта..., а другой имеет в своей основе новый закон...» [171, с.448-450; 173].

Далее А. И. Вейник подробно обсуждает термофазовый и термоэлектрический вечные двигатели второго рода, а также описывает результаты опытов. Термофазовый вечный двигатель второго рода в простейшем варианте представляет собой кольцевую трубку (плоскость кольца расположена вертикально), наполовину заполненную жидкостью, одна поверхность которой открытая, а другая смачивает стеклянный фильтр [171, с.451; 173], термоэлектрический – замкнутая цепь из нескольких металлов [171, с.465-478; 173]. По данным А. И. Вейника, в первом и втором случае в термостате при температуре примерно 20°C зафиксирована ЭДС порядка микровольт [171, с.470-477, 173].

Ряд работающих вечных двигателей второго рода – «кольцар Лазарева», так называемый молекулярный реактор Е. Г. Сменковского, то, что можно назвать двигателем Ю. И. Володько – описан в книге Е. Г. Опарина [463, с.57-62].

Интересный вариант немонотермического вечного двигателя второго рода предложен В. В. Кушиным [363], хотя автор не пишет ни о концентрации энергии, ни, тем более, о вечном двигателе второго рода. Анализируя известные факты, он приходит к выводу, что смерть – это «гигантская гравитационно-тепловая машина огромной мощности, в которой мощные воздушные потоки создаются и поддерживаются за счет теплоты, которая выделяется водой из любого естественного водоема, когда она попадает в верхние слои тропосферы» [363, с.23]. В. В. Кушин также рассматривает возможность практического освоения «таких гигантских энергоустановок с питанием от экологически идеального источника энергии, каким является вода морей, океанов, рек» [там же].

«Образно говоря, гравитационно-тепловая энергетическая установка с использованием искусственного смерча представляет собой газовую горелку высотой 12-15 км, в которой сгорает не газ или нефть, а обычная вода из любого естественного водоема, которая, превращаясь в лед, отдает воздушным потокам всю свою теплоту, включая теплоту фазового перехода вода — лед. Турбогенераторы такой установки могут размещаться как в восходящем, так и в нисходящем потоках смерча. Все выделенное тепло (за исключением того, что преобразовывается в электроэнергию — В. И.) отдается верхним слоям тропосферы, а вниз на поверхность земли падает своеобразная «зола», «шлак» от этого процесса — замерзшая вода (град). На единицу мощности в 1 ГВт необходимо подавать в смерч 15-20 т воды каждую секунду, которые будут возвращаться на землю уже в виде льда и охлаждать ближайшие окрестности вокруг установки» [363, с.23].

Разумеется, сегодня трудно представить, как создать такого рода установку, запустить ее и управлять ею. Но, думается, трудности здесь не больше, чем при создании термоядерного реактора.

Завершая раздел, хотелось бы заметить следующее. Автор настоящей монографии не предложил ни одной конструкции вечного двигателя второго рода, не произвел ни одного опыта в этом направлении, и у него нет никакой личной заинтересованности в успехе этих опытов. Автор также не может гарантировать, что повторение опытов, описанных А. И. Вейником и другими, будет успешным. Но автор знает, что невозможность создания вечных двигателей второго рода до сих пор никем не была доказана. Поэтому считает весьма перспективным проведение экспериментов в этом направлении.

Кстати, «в 40-е годы в нашем родном отечестве стали раздаваться голоса, что химические колебания противоречат законам термодинамики, их следует приравнять к вечному двигателю и запретить. И запрещали. Анафеме предавались новые статьи, диссертации...» [185, с.25].

И еще. В свое время Н. А. Козырев сообщил, будто ему удавалось с помощью обыкновенного резистора фиксировать какое-то воздействие, передающееся от звезды быстрее света. И сорок лет после этого различные специалисты приводили как пример совершеннейшей нелепости это утверждение Н. А. Козырева. Когда же опыты Н. А. Козырева повторили, результат оказался положительным [365]...

Может, учитывая сказанное, специалистам в области энергетики пора перестать уподобляться тем флорентийским академикам, которые отрицали существование спутников Юпитера и не желали смотреть в телескоп Галилея. Почему бы не повторить опыты, описанные А. И. Вейником, Е. И. Опариним и другими? Особых затрат они не требуют, опасности для окружающей среды не представляют. А практическую пользу могут принести — в отличие от опытов по поиску гравитационных волн, магнитных монополей или нейтрино...

Заключение

Подведем краткие итоги наших исследований в области классической термодинамики, целью которых было, с одной стороны, определение логических оснований гипотезы тепловой смерти Вселенной, с другой – поиск ложных положений в основаниях самой этой науки.

Логическими основаниями гипотезы тепловой смерти Вселенной являются:

– ложное положение о невозможности полного превращения теплоты в другие формы движения,

– ложное положение о невозможности превращения теплоты в другие формы движения при постоянной температуре и необходимости разности температур для такого превращения,

– ложное положение о деградации (потере способности к дальнейшим превращениям) энергии в природных процессах;

– ложное положение о «второсортности» теплоты как вида энергии, ее меньшей, по сравнению с другими формами движения, способности к превращению в другие формы движения (виды энергии);

– ложное положение о неизбежном переходе всякой изолированной системы в равновесие;

– не имеющий исключений «закон» возрастания энтропии, являющийся в действительности тавтологией и не позволяющий сделать никакого заключения о естественных процессах, кроме того, что во всех этих процессах энтропия возрастает;

– гипотетическое положение о необратимости процессов преобразования форм движения, протекающих в природе.

В литературе приводятся разного рода ошибочные «доказательства» названных положений, основанных либо на логически некорректных сравнениях теплоты с другими формами движения, либо неочевидных и недоказанных аксиомах. Распространенной ошибкой является приписывание теплоте особенностей, присущих круговым процессам преобразования энергии.

Чтобы сжато изложить важнейшие результаты поиска ложных положений в основаниях классической термодинамики, кратко охарактеризуем все 18 формулировок второго закона термодинамики, приведенных в книге К. А. Путилова [503].

«Невозможен процесс, имеющий единственным своим результатом превращение тепла в работу» [503, с.60] – формулировка ложная, имеющая вид правдоподобия из-за употребления неоднозначного выражения *«единственным результатом»*.

«Невозможно превращение тепла в работу без компенсации» [там же, с.61] – при строгом понимании *«компенсации»* формулировка ложная, при нестрогом – бессодержательная, применимая к любому процессу.

«Теплота не может переходить от холодного тела к теплоте сама собой, даровым процессом» [там же, с.61] — не доказано.

«Невозможно превратить в работу теплоту какого-либо тела, не произведя никакого другого действия, кроме охлаждения этого тела» [там же, с.61-62] — положение ложное.

«Осуществление перпетуум мобиле второго рода невозможно» [там же, с.62] — не доказано.

«Невозможно построить периодически действующую машину, которая не производит ничего другого, кроме поднятия груза и охлаждения резервуара теплоты» [там же, с.62] — выражает не особенности теплоты как формы движения, а особенность кругового процесса.

«Наибольший коэффициент полезного действия тепловой машины не зависит от природы рабочего тела и вполне определяется температурами, между которыми машина работает» [там же, с.62] — не доказано.

«Для равновесных процессов сумма приведенных теплот не зависит от пути процесса» [там же, с.68] — не доказано.

«Энтропия является однозначной функцией состояния» [там же, с.69] — истинно для немногих систем.

«Элемент тепла при равновесном процессе, деленный на абсолютную температуру, является полным дифференциалом энтропии» [там же, с.69] — истинно для немногих систем.

«Абсолютная температура является фактором интенсивности теплоотдачи, а энтропия является фактором экстенсивности теплоотдачи» [там же, с.70] — истинно не во всех случаях.

«Уравнение для элемента тепла в равновесных процессах

$$\delta Q = dU + p dV + P_1 q_1 + P_2 q_2 + \dots$$

при любом числе независимых параметров всегда голономно, причем интегрирующим делителем является абсолютная температура» [там же, с.70] — положение ложное.

«В произвольной близости каждого состояния системы тел имеются соседние состояния, которые недостижимы из первого состояния адиабатным путем» [там же, с.70] — истинно для немногих систем.

«Для любого неравновесного цикла сумма приведенных теплот всегда есть величина отрицательная (неравенство Клаузиуса)» [там же, с.77] — не доказано.

«Энтропия всякой изолированной системы стремится к максимуму» [там же, с.80] — положение ложное: энтропия **существует** не у всех изолированных систем.

«Природа стремится от состояний менее вероятных к состояниям более вероятным» [там же, с.81] — бессодержательное утверждение, ввиду неопределенности понятия вероятности состояния.

«Каждый процесс, происходящий в природе сам собой, может совершить положительную работу; в природе могут происходить только такие процессы, при которых может быть получена положительная рабо-

та» [там же, с.82] – тавтология: единый процесс превращения энергии, имеющий две стороны здесь представлен как два; одна сторона называется «процесс, происходящий в природе сам собой», другая – «положительная работа».

«Изолированная система проходит в самопроизвольном развитии такой ряд состояний, что если бы система была проведена через этот ряд квазиравновесно, то на любом элементе процесса система производила бы в арифметическом смысле работу, поглощая эквивалентное количество тепла» [там же, с.82] – эта формулировка (по словам К. А. Путилова – более строгая формулировка предыдущей), относится только к процессам перехода изолированных систем в равновесие.

То истинное, что сегодня есть во втором законе термодинамики, можно выразить формулой:

$$(\partial U/\partial x_i)_T + A_i = T(\partial A_i/\partial T)_{x_i}$$

где U – внутренняя энергия системы, A_i – обобщенная сила (например давление, электродвижущая сила (ЭДС) электрохимической системы), x_i – обобщенная координата состояния (объем, электрический заряд и т.п.), T – термодинамическая температура.

Эта формула распространяется на простые равновесные системы, содержащие идеальные газы, газы, уравнение состояния которых описывается уравнением Ван-дер-Ваальса, по-видимому, жидкости и растворы в равновесии с насыщенным паром, равновесные смеси реагирующих газов, и, наверное, на некоторых другие. В системах не должно быть перегоронок, влияние внешних полей должно быть несущественным. Заметим, что в приведенную формулу энтропия не входит.

В этой формуле, по-видимому, находит отражение то, что вещества состоят из атомов, соединяющихся в молекулы, которые находятся в постоянном движении и распределяются по энергии в соответствии с законом Больцмана. Формулу можно вывести из закона Больцмана.

Такой результат полусторавекового развития второго закона термодинамики неслучаен. «Спасти старую традицию от натиска научного мышления» [10, с.455] – вот главный лозунг, которым полтора века руководствовались все те, кто развивал классическую термодинамику.

– Теплорода нет, следовательно, необоснованным является положение С. Карно о необходимости разности температур для превращения теплоты в работу.

– Придумаем новые постулаты, чтобы сохранить в теории положение о необходимости разности температур для превращения теплоты в работу – решают Р. Клаузиус и В. Томсон.

– Вопреки постулату В. Томсона теплота превращается в работу при охлаждении тела ниже температуры окружающей среды.

– Ограничим постулат В. Томсона круговыми процессами – предлагает М. Планк.

– Величина $\delta Q/T$ для термически неоднородной системы не является полным дифференциалом – доказывает Т. А. Афанасьева-Эренфест.

– Будем считать энтропией такой системы сумму энтропий ее термически однородных частей – предлагает она же.

– Доказательство существования энтропии, данное основоположниками термодинамики, несостоятельно – доказывает А. А. Гухман.

– Примем ее существование без доказательств – предлагает он.

Подобные примеры можно приводить долго.

При таком отношении к противоречиям, возникающим в ходе развития науки, любая теория превращается в эклектичную смесь истинных и ложных положений, на основе которой можно с равным успехом делать как истинные, так и ложные заключения.

Выявить множество ложных положений в основаниях классической термодинамики автор сумел потому, что, будучи убежденным в истинности диалектико-материалистической картины мира, квалифицировал как сомнительные все положения термодинамики, не соответствующие диалектико-материалистическому мировоззрению – о «второсортности» теплоты как формы энергии, о том, что второй закон термодинамики определяет направление всех процессов, о необратимости природных процессов и др. Руководствуясь материалистической диалектикой как теорией познания и методом, автор смог объективно оценить истинность многих общепринятых положений термодинамики.

Кроме прочего, автор продемонстрировал плодотворность подхода, против которого с негодованием выступал О. Д. Хвольсон в своей «подлой черносотенной брошюрке» [57, с.370] «Гегель, Геккель, Коссут и двенадцатая заповедь»: второй закон термодинамики противоречит философии и должен быть опровергнут (см. [615, с.110-112]). Кстати, О. Д. Хвольсон не заметил, что сам он руководствовался крайне сомнительным принципом: «Пусть погибнет Вселенная, но второй закон термодинамики останется неизблемым!»

В настоящей главе представлена почти исключительно отрицательная критика классической термодинамики, заключающаяся в демонстрации ошибочности тех или иных ее положений. Поэтому в заглавии главы стоят слова «Введение в критику...». Изложенное в настоящей главе требует продолжения в виде положительной критики классической термодинамики – переработки ее рационального содержания диалектико-материалистическим методом, придания ей истинной – диалектико-материалистической – формы.

Послесловие

В 1997 г. автор настоящей монографии опубликовал тезисы, в которых, в частности, писал:

«Известно, что «точное представление о вселенной ... может быть получено только диалектическим путем» (Энгельс Ф. Анти-Дюринг // Маркс К. Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 20, с.22). Известно, что основы большинства естественных наук были заложены в то время, когда можно было «по пальцам пересчитать естествоиспытателей, научившихся мыслить диалектически» [там же]. Поэтому не исключено, что некоторые положения так называемых точных наук, сформулированные их основателями, являются ложными.

Известно, что в естественных науках, особенно в физических, длительное время господствовали позитивистские представления. Известно, что «позитивизм как теория познания и логика... играл и играет в процессе развития науки, по существу, ретроградную роль.., так как разрабатываемый им формальный аппарат годится для чего угодно, но только не для критического анализа современного (т.е. на сегодняшний день достигнутого) уровня знаний, не для выявления заключающихся в нем противоречий (не решенных еще теоретических проблем)». (Ильенков Э.В. Ленинская диалектика и метафизика позитивизма, М., Политиздат, 1980, С.158-159). Поэтому не исключено, что некоторые ложные положения, высказанные классиками физики, сохранились до нашего времени в качестве вечных истин.

В физических науках действует несколько «механизмов торможения» развития теории, основывающихся на позитивистской методологии. Во-первых, неразрешимому противоречию в общепринятой теории могут присвоить название парадокса (пример – парадокс близнецов в специальной теории относительности), и приостановить развитие науки в направлении, ведущем к новой теории. Во-вторых, новую теорию могут отвергнуть лишь на том основании, что она противоречит старой, как будто новая теория может не противоречить старой.

Кроме того, отвергая философские категории как «метафизические», позитивизм лишает науку средств содержательного анализа ее собственных категорий. По этой причине, например, в термодинамике до сих пор крайне редко встречаются правильные определения основных категорий этой науки: энергии, теплоты, работы...

Ошибочные положения и подходы в бесспорных для позитивистов и идеалистов физических теориях можно обнаружить в ходе критического анализа этих теорий с позиций материалистической диалектики, примерами которого являются статьи Фридриха Энгельса, вошедшие в «Диалектику природы», – «Основные формы движения», «Мера движения. – Работа», «Приливное трение. Кант и Томсон-Гейт», «Электричество»...

Способствовать движению физических теорий к истине может их критика. Причем не только критика тех положений, которые противоречат диалектическому материализму, но и критика, устраняющая препят-

ствия на пути превращения теоретической физики в единую логическую систему, в прикладную Логику. Следует учесть, что в наше время приведение в единую систему категорий различных естественных наук возможно только на основе диалектического материализма. Ведь даже по мнению постороннего наблюдателя, американского профессора, «по универсальности и степени разработанности диалектико-материалистическое объяснение природы не имеет равных среди современных систем мысли» (Грэхэм Л.Р. Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе, М., Политиздат, 1991, с.415) [270].

Тезисы назывались «Критика физических теорий с позиций диалектического материализма – перспективное направление научного творчества». Автор надеется, что представленные в настоящей монографии результаты исследований, особенно в гл. 7, убедительно демонстрируют плодотворность критики физических теорий с позиций диалектического материализма.

Для тех, кто знает историю философии, это не должно показаться неожиданным. Диалектический материализм – не выдумка Карла Маркса и Фридриха Энгельса, а закономерное продолжение двухтысячелетнего развития философии как науки об истинном познании мира. Диалектический материализм впитал достижения как материалистической, так и идеалистической философии и сегодня является единственной философией, способной вести теоретика к истине.

Еще раз напомним слова Фридриха Энгельса: «Какую бы позу ни принимали естествоиспытатели, над ними властвует философия. Вопрос лишь в том, желают ли они, чтобы над ними властвовала какая-нибудь скверная модная философия, или же они желают руководствоваться такой формой теоретического мышления, которая основывается на знакомстве с историей мышления и ее достижениями» [10, с.525].

И добавим: скверные модные философии, сочиненные разными махами, карнапами, попперами властвуют над физиками более столетия, из-за чего теоретическая физика из дела познания истины в XX веке превратилась в какую-то интеллектуальную забаву, «решение головоломок» (Т. Кун). За это время накопилось множество противоречий и фактов, которые игнорируются теми, кто скудоумие, называемое «экономией мышления» и «принципом простоты», возвел в руководящий принцип построения физических теорий.

Сегодня достаточно к существующим теориям и уже известным фактам применить материалистическую диалектику – и в науке начнется настоящая революция, начнется новая эпоха, когда естествознание сделает «такие успехи, что это совершенно затмит все сделанное до сих пор» [10, с.359].

Физики, изучайте и применяйте материалистическую диалектику!

Список литературы

1. Маркс К. Тезисы о Фейербахе // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения /2-е изд. – Т. 42. – С. 261-266.
2. Маркс К. Экономическо-философские рукописи 1844 года // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 42. – С. 41-174.
3. Маркс К. Нишета философии. Ответ на «Философию нищеты» г-на Прудона // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 4. – С. 65-185.
4. Маркс К. К критике политической экономии // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 13. – С. 1-167.
5. Маркс К. Заработная плата, цена и прибыль // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 16. – С. 101-155.
6. Маркс К. Введение // Экономические рукописи 1857 – 1858 годов. Ч. 1. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 46. – С. 17-48.
7. Послесловие ко второму изданию «Капитала» // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 23. – С. 12-22.
8. Маркс К. Теории прибавочной стоимости. Ч. 2 // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 26.
9. Маркс К. Исповедь // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 491-492.
10. Энгельс Ф. Диалектика природы // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 20. – С. 343-626.
11. Энгельс Ф. Диалектика природы // Архив К. Маркса и Ф. Энгельса. Кн. 2. – М.-Л.: ГИЗ, 1925. – XXXII, 504 с.
12. Энгельс Ф. Диалектика природы /Изд. 6-е. – М.: Партиздат, 1932. – 304 с.
13. Энгельс Ф. Диалектика природы. – М. : Госполитиздат, 1952. – 328 с.
14. Энгельс Ф. Анти-Дюринг // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 20. – С. 5-342.
15. Материалы к «Анти-Дюрингу» // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 20. – С. 629-654.
16. Энгельс Ф. набросок введения к «Анти-Дюрингу» // Маркс К., Энгельс Ф. Избранные Соч. в 9-ти т. Т. 5. – М. : Политиздат, 1986. – С. 631-635.
17. Энгельс Ф. Конспекты и выписки из книг К. Фрааса, Г. Гельмгольца и Ж. Даламбера (из подготовительных материалов к «Диалектике природы») // Вопросы истории естествознания и техники. – 1970, Вып. 3(32). – С. 3-13.
18. Энгельс Ф. Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. – 2-е изд. – Т. 21, с. 269-317.
19. Энгельс Ф. Развитие социализма от утопии к науке // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 19. – С. 185-230.
20. Энгельс Ф. Положение Англии. Восемнадцатый век // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 1. – С. 598-617.
21. Энгельс Ф. Карл Маркс. «К критике политической экономии» // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 13. – С. 489-499.
22. Энгельс Ф. Рецензия на первый том «Капитала» К. Маркса, для газеты «Veobachter» // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т.16. – С. 231-233.

23. Маркс К., Энгельс Ф. Святое семейство, или критика критической критики // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – М. : Госполитиздат, 1955-1981. – Т. 2. – С. 3-230.
24. Маркс К. Энгельсу. 14 января 1858 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 29. – С. 211-213.
25. Энгельс Ф. Марксу. 14 июля 1858 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 29. – С. 275-277.
26. Энгельс Ф. Марксу. 11 или 12 декабря 1859 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 29. – С. 424.
27. Маркс К. Энгельсу. 19 декабря 1860 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 30. – С. 102.
28. Маркс К. Лиону Филиппу. 17 августа 1864 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 30. – С. 552-554.
29. Маркс К. Энгельсу. 25 января 1865 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 37.
30. Маркс К. Энгельсу. 13 февраля 1865 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 60.
31. Энгельс Ф. Фридриху Альберту Ланге. 29 марта 1865 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 392-395.
32. Маркс К. Энгельсу. 31 июля 1865 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 122-125.
33. Маркс К. Энгельсу. 19 августа 1865 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 111-112.
34. Маркс К. Энгельсу. 22 августа 1865 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 126-127.
35. Энгельс Ф. Марксу. 4 января 1866 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 141-142.
36. Маркс К. Энгельсу. 20 февраля 1866 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 153-154.
37. Маркс К. Энгельсу. 7 августа 1866 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 208-210.
38. Энгельс Ф. Марксу. 2 октября 1866 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 215-216.
39. Маркс К. Энгельсу. 3 октября 1866 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 216-217.
40. Энгельс Ф. Марксу. 5 октября 1866 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 218-220.
41. Энгельс Ф. Марксу. 16 июня 1867 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 257-258.
42. Маркс К. Энгельсу. 22 июня 1867 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 260.
43. Энгельс Ф. Марксу. 24 июня 1867 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 31. – С. 262-263.
44. Маркс К. Энгельсу. 18 ноября 1868 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 32. – С. 164-166.
45. Энгельс Ф. Марксу. 23 ноября 1868 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 32. – С. 170.

46. Маркс К. Людвигу Кугельману. 5 декабря 1868 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 32. – С. 482-485.
47. Энгельс Ф. Марксу. 21 марта 1869 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 32. – С. 226-229.
48. Маркс К. Полю Лафаргу. 18 апреля 1870 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 32. – С. 560-562.
49. Маркс К. Людвигу Кугельману. 27 июня 1870 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 32. – С. 570-572.
50. Энгельс Ф. Вильгельму Либкнехту, 7 мая 1872 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 33. – С. 383-385.
51. Энгельс Ф. Марксу. 30 мая 1873 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 33. – С. 67-71.
52. Энгельс Ф. Марксу. 21 сентября 1874 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 33. – С. 103-106.
53. Энгельс Ф. П. Л. Лаврову, 12-17 ноября 1875 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 34. – С. 133-138.
54. Энгельс Ф. Марксу, 28 мая 1876 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 34. – С. 14-16.
55. Энгельс Ф. Вильгельму Бракке. 25 июня 1877 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 34. – С. 215-217.
56. Энгельс Ф. Марксу. 23 ноября 1882 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 35. – С. 96-98.
57. Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм // Полное собрание сочинений – Т. 18. – С.7-334.
58. Ленин В.И. Десять вопросов референту // Полн. собр. соч.– Т.18. – С.1-6.
59. Ленин В. И. Памяти Герцена // Полн. собр. соч. – Т. 21. – С.255-262.
60. Ленин В. И. Философские тетради // Полн. собр. соч. – Т. 29.
61. Ленин В. И. Еще раз о профсоюзах, о текущем моменте и об ошибках тт. Троцкого и Бухарина // Полн. собр. соч. – Т. 42. – С.264-304.
62. Ленин В. И. О значении воинствующего материализма // Полн. собр. соч. – Т. 45. – С.23-33.
63. Engels F. Dialektik der Natur (1873-1882) // Marx K., Engels F. Gesamtausgabe (MEGA). – Bd. 26. – Berlin: Dietz Verlag, 1985. – Text. S. 1-558.
64. Engels F. Dialektik der Natur (1873-1882) // MEGA. – Bd. 26. – Berlin: Dietz Verlag, 1985. – Apparat. S. 559-1112.
65. Engels F. Exzerpte aus Werken von William Thomson, Peter Guthrie Tait, Carl Fraas, Hermann Helmholtz und Jean Baptiste Le Rond d'Alembert // MEGA. – Bd. 31. – Berlin: Akademie Verlag, 1999. – Text. S. 477-525.
66. Engels F. Exzerpte aus Gustav Wiedemann: Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus // MEGA. – Bd. 31. – Berlin: Akademie Verlag, 1999. – Text. S. 527-606.
67. Engels F. Notiz über Wärme // MEGA. – Bd. 31. – Berlin: Akademie Verlag, 1999. – Text. S. 609.
68. Engels F. Notiz über elektrische Maßeinheit // MEGA. – Bd. 31. – Berlin: Akademie Verlag, 1999. – Text. S 613-614.

69. Абалакин В. К. Основы эфемеридной астрономии. – М.: Наука, 1979. – 448 с.
70. Алексеев Г. Н. Преобразование энергии. – М.: Наука, 1966. – 190 с.
71. Алексеев Г. Н. Энергоэнтропика. – М.: Знание, 1983. – 192 с.
72. Алексеев П. В., Панин А. В. Диалектический материализм (Общие теоретические принципы). – М.: Высш. школа, 1987. – 335 с.
73. Альберт Иозефович Вейник (Редакционная статья) // Литейное производство. – 1996. – №12. – С.98. (<http://www.veinik.ru/memo//1//20.html>).
74. Альвен Г. Миры и антимирры. Космология и антиматерия. – М.: Мир, 1968. – 120 с.
75. Альвен Х. Происхождение Солнечной системы // Будущее науки: Сборник статей. – М.: Наука, 1979. – С. 59–80.
76. Альтшуллер Г. С. Основы изобретательства. – Воронеж: Центр.-Черноземное кн. изд., 1964. – 240 с.
77. Амбарцумян В. А. Современное естествознание и философия // Успехи физических наук. – 1968. – Т. 96, Вып. 1. – С. 3–19.
78. Антонова И. К. Марксизм вне политики. Источники, генезис и структура работ Маркса и Энгельса по естествознанию. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 192 с.
79. Антропов Л. И. Теоретическая электрохимия /4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1984. – 519 с.
80. Аристотель. Физика // Аристотель. Сочинения: В 4-х т. – Т. 3. – М.: Мысль, 1981. – С. 59–262.
81. Арнольд Л. В., Михайловский Г. А., Селивестров В. М. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Высш. школа, 1979. – 446 с.
82. Аррениус С. Образование миров. – Одесса: Mathesis, 1908. – IV, 199 с.
83. Аррениус С. Проблемы физической и космической химии. Лекции, читанные в Сорбонне. –Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1925. – 96 с.
84. Арсеньев А. С. О гипотезе расширения метagalaktики и «красном смещении» // Вопросы философии. – 1958, №8. – С. 187–190.
85. Арцимович Л., Капица П., Тамм И. О легкомысленной погоне за научными сенсациями // Правда. – 1959. – 22 нояб.
86. Астрономия. Методология. Мировоззрение. – М.: Наука, 1979. – 388 с.
87. Ауэрбах Ф. Царика мира и ее тень. – Одесса: Mathesis, 1911. – 50 с.
88. Афанасьев В. Г. Основы философских знаний /Изд. 4-е, доп. – М.: Мысль, 1976. – 336 с.
89. Афанасьева-Эренфест Т. А. Необратимость, односторонность и второе начало термодинамики // Журнал прикладной физики. – 1928. – Т. V, Вып. 3–4. – С. 3–28.
90. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей на основе представлений о газоподобном эфире. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.
91. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей на основе представлений о газоподобном эфире /Изд. 2-е. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 584 с.
92. Ацюковский В. А. Материализм и релятивизм. Критика методологии современной теоретической физики. – М.: Энергоатомиздат. 1992. – 192 с.

93. Ащоковский В. А. Эфиродинамические гипотезы. – Жуковский: Изд-во «Петит». – 1997. – 198 с.
94. Ащоковский В. А. Концепции современного естествознания. История. Современность. Проблемы. Перспективы: Курс лекций. – М.: МСЭУ, 2000. – 448 с.
95. Багатурия Г. «Диалектика природы» // *Философская энциклопедия*. Т.1. – М.: Советская энциклопедия, 1960. – С. 478-479.
96. Баев К. Л. Представления о вселенной и антирелигиозная пропаганда // *Под знаменем марксизма*. – 1937, №6. – С. 98–108.
97. Базаров И. П. О мере механического движения // *История и методология естественных наук*. Вып. II. Физика. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – С. 284-285.
98. Базаров И. П. Парадокс Гиббса и его решение // *Журнал физической химии*. – 1972. – Т. 46, Вып. 7. – С. 1892-1895.
99. Базаров И. П. Об ответе Любошица В. Л. и Подгорецкого М. И. // *Журнал физической химии*. – 1972. – Т. 46, №9. – С. 2456-2458.
100. Базаров И. П. Парадоксы смещения газов // *Успехи физических наук*. – 1976. – Т. 118, Вып. 3. – С. 539-543.
101. Базаров И. П. Термодинамика /4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа. – 1991. – 376 с.
102. Базаров И. П. Заблуждения и ошибки в термодинамике /Изд. 2-е, испр. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 120 с.
103. Базаров И. П., Николаев П. Н. Парадоксальная история // *Журнал физической химии*. – 1987. – Т. 61, №9. – С. 2567.
104. Баландин Р. В. Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие. – М.: Знание, 1979. – 176 с.
105. Баранник В. П., Романов В. В. К вопросу о том, как понимать и измерять коррозию металлов // *Защита металлов*. – 1982. – Т. 18, №2. – С. 309-314.
106. Батищев Г. С. Противоречие как категория диалектической логики. – М.: Высш. школа. – 1963. – 120 с.
107. Бегунов Г. А. Закон единства термодинамических противоположностей. – Киев: Логос, 2001. – 216 с.
108. Беккерель Ж. Эволюция материи и миров /2-е изд. – Петроград: 17-я Государственная типография, 1919. – 32 с.
109. Бутрын Ст. Идея спонтанного возникновения материи «из ничего» в космологии XX века // *Вопросы философии*. – 1986. – №4. – С. 70-83.
110. Белов Н. В. Раздвигающаяся вселенная // *Природа*. – 1931, №9. – С. 903–905.
111. Белоконь Н. И. Термодинамика. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1954. – 416 с.
112. Белоконь Н. И. Основные принципы термодинамики. – М.: Недра, 1968. – 110 с.
113. Белопольский А. А. *Астрономические труды*. – М.: ГИТТЛ, 1954. – 320 с.
114. Беляев Н. М. Термодинамика. – Киев: Вища школа. – 1987. – 344 с.
115. Бердяев Н. А. Истоки и смысл русского коммунизма. – М.: Наука, 1990. – 224 с.
116. Бернал Дж. Наука в истории общества. – М.: Изд. иностр. лит. – 1956. – 736 с.

117. Бесконечность и Вселенная. — М.: Мысль, 1969. — 325 с.
118. Биберман Л. М. Второй закон термодинамики и энергетика // Энергия: экономика, техника, экология. — 1984. — №1. — С. 33-43.
119. Блюменфельд Л. А. Критерий живого и физика // Критерий живого. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. — С. 57-64.
120. Блюменфельд Л. А., Гросберг А. Ю. Парадокс Гиббса и понятие конструкции системы в термодинамике и статистической физике // Биофизика. — 1995. — Т. 40, вып. 3. — С. 660-667.
121. Богданов А. А. Тектология: (Всеобщая организационная наука). В 2-х кн.: Кн. 1. — М.: Экономика, 1989. — 304 с.
122. Богораз В. Г. (Тан) Эйнштейн и религия. Применение принципа относительности к исследованию религиозных явлений. — М.-Пг.: Изд-во Л. Д. Френкель, 1923. — 120 с.
123. Богородский А. Ф. К вопросу о природе красного смещения в спектрах внегалактических туманностей. Циркуляр Главной астрономической обсерватории в Пулковке, №29. — М.-Л., 1940. — С. 5-17.
124. Богородский А. Ф. Всемирное тяготение. — Киев: Наукова думка, 1971. — 352 с.
125. Болдинг К. Большие проблемы большого взрыва // http://klein.zen.ru/old//Large_bursh_new.htm.
126. Болотовский Б. М., Вавилов Ю. Н., Киркин А. Н. Сергей Иванович Вавилов — ученый и человек: взгляд с порога XXI века // Успехи физических наук. — 1998. — Т. 168, №5. — С. 551-567.
127. Болотовский Б. М. Справиться с истиной не так-то легко // Наука и жизнь. — 1992, №5-6. — С. 86-91.
128. Больцман Л. Статьи и речи. — М.: Наука, 1970. — 406 с.
129. Больцман Л. Избранные труды. — М.: Наука, 1984. — 590 с.
130. Большаков Б. Е. Человек. Энергия. Ноосфера // Прометей: Ист.-биограф. альм. Сер. «Жизнь замечательных людей». Т. 15. — М.: Мол. гвардия, 1988. — С. 249-252.
131. Борн М. Физика в жизни моего поколения. — М.: Изд. иностр. лит. — 1963. — 536 с.
132. Борн М. Эйнштейновская теория относительности. — М.: Мир, 1964. — 452 с.
133. Борн М. Критические замечания по поводу традиционного изложения термодинамики // Развитие современной физики. — М.: Наука, 1964. — С. 223-256.
134. Босенко В. А. Диалектика как теория развития. — Киев: Изд-во КГУ, 1966. — 248 с.
135. Босенко В. А. Актуальные проблемы диалектического материализма. — Киев: Вища школа. — 1983. — 175 с.
136. Босенко В. А. Всеобщая теория развития. — Киев: 2001. — 470 с.
137. Бриллюэн Л. Наука и теория информации. — М.: Физматгиз, 1960. — 392 с.
138. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация. — М.: Мир, 1966. — 272 с.
139. Бриллюэн Л. Новый взгляд на теорию относительности. — М.: Мир, 1972. — 142 с.

140. Бродянский В. М. Вечный двигатель – прежде и теперь. От утопии к науке, от науки – к утопии. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 256 с.
141. Бродянский В. М. Классическая термодинамика на рубеже XXI века: состояние и перспективы развития // Известия Академии наук. Энергетика. – 2001. – №5. – С. 17-43.
142. Бронштейн М. П. Современное состояние релятивистской космологии // Успехи физических наук. – 1951. – Т. 1, вып. 1. – С. 124-184.
143. Бронштэн В. А. Гипотезы о звездах и Вселенной. – М.: Наука, 1974. – 384 с.
144. Брумберг В. А. Релятивистская небесная механика. – М.: Наука, 1972. – 382 с.
145. Брумберг В. А. Обсуждаются проблемы релятивистской небесной механики // Вестник Академии наук СССР. – 1986, № 1. – С. 89-93.
146. Бруно Д. Диалоги. – М.: Госполитиздат, 1949. – 552 с.
147. Бугаевский А. А., Мухина Т. П. Методы расчета равновесного состава в системах с произвольным количеством реакций // Математика в химической термодинамике. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 20-36.
148. Бунге М. Философия физики. – М.: Прогресс, 1975. – 350 с.
149. Буховцев Б. Б., Климонтович Ю. Л., Мякишев Г. Я. Физика: Учебное пособие для 9-го класса средней школы /Изд. 7-е. – М.: Просвещение, 1977. – 272 с.
150. Вавилов С. И. Экспериментальные основания теории относительности // Вавилов С. И. Собрание сочинений. Т. 4. – М., Изд-во АН СССР. 1956. – С. 9-110.
151. Вавилов С. И. Старая и новая физика // История и методология естественных наук. Вып. III. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1965. – С. 3-12.
152. Вавилов С. И. Новая физика и диалектический материализм // Под знаменем марксизма. – 1938, №12. – С. 27-33.
153. Вавилов С. И. О принципах спектрального преобразования света // Вавилов С. И. Собрание сочинений. Т. 2. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 131-151.
154. Вазюлин В. А. Логика «Капитала» К. Маркса. – М.: Современный гуманитарный университет, 2002. – 390 с.
155. Вайнберг С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. – М.: Энергоиздат, 1981. – 209 с.
156. Ван-дер-Ваальс И. Д., Констамм Ф. Курс термостатики. Ч. 1. – М.: ОНТИ, 1936. – 452 с.
157. Вант-Гофф Г. Я. Очерки по химической динамике // Вант-Гофф Г. Я. Избранные труды по химии. – М.: Наука, 1984. – С. 10-135.
158. Варшавский Ю. С., Шейнин А. Б. Об энтропии систем, содержащих трудно различимые компоненты // Доклады АН СССР. – 1963. – Т. 148, №5. – С. 1099-1101.
159. Варшавский Ю. С., Шейнин А. Б. Гиббс о «парадоксе Гиббса» // Вопросы истории естествознания и техники. – 1983, № 1. – С. 68-75.
160. Варшалович Д. А., Левшаков Г. А., Потехин А. Ю. Проверка неизменности фундаментальных констант за космологическое время // Успехи физических наук. – 1993. – Т. 163, №7. – С. 111-113.

161. Вблизи Млечного Пути обнаружено множество молодых галактик // <http://hitech.compulenta.ru/2004/12/23//52898/>
162. Введение в философию: Учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1. // Фролов И. Т., Араб-Оглы Э. А., Арефьева Г. С. и др. – М., Политиздат, 1989. – 367 с.
163. Введение в философию: Учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 2. /Фролов И. Т., Араб-Оглы Э. А., Арефьева Г. С. и др. – М.: Политиздат, 1989. – 639 с.
164. Вейник А. И. Техническая термодинамика и основы теплопередачи. – М.: Металургиздат, 1956. – 448с.
165. Вейник А. И. Термодинамика. – Минск: Изд-во министерства высшего, среднего специального и проф. образования БССР, 1961. – 365 с.
166. Вейник А. И. Термодинамика /Изд. 2-е, перераб. и доп. – Минск: Высшая школа, 1965. – 404 с.
167. Вейник А. И. Новая система термодинамики обратимых и необратимых процессов. – Минск: Высшая школа, 1966. – 48 с. (<http://veinik.ru/lib/books//1//115.html>)
168. Вейник А. И. Термодинамика необратимых процессов. – Минск: Наука и техника, 1966. – 359 с.
169. Вейник А. И. Термодинамика /Изд. 3-е, перераб. и доп. – Минск: Высшая школа, 1968. – 463 с.
170. Вейник А. И. Термодинамическая пара. – Минск: Наука и техника, 1973. – 382 с. (<http://veinik.ru/lib/books//1//266.html>)
171. Вейник А. И. Термодинамика реальных процессов. – Минск: Наука и техника, 1991. – 576 с. (<http://veinik.ru/lib/books//1//4.html>)
172. Вейник А. И. Теория движения // <http://veinik.ru/lib/books//1//269.html>
173. Вейник А. И. Книга скорби // <http://veinik.ru/lib/books//1//5.html>.
174. Великий труд по философским вопросам естествознания // Вопросы философии. – 1973, № 8. – С. 113-125.
175. Велихов Е., Прохоров А., Сагдеев Р. Чудо не состоялось // Правда. – 1987. – 22 июня.
176. Вернадский В. И. Очерки геохимии // Вернадский В. И. Избранные сочинения. Т. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 7-394.
177. Винер Н. Кибернетика и общество. – М.: Изд. иностр. Лит, 1958. – 200 с.
178. Возможное изменение постоянной тонкой структуры // Успехи физических наук. – 2001. – Т. 171, №9. – С. 1004.
179. Волков Г. Н. Путь гения. – Киев: Веселка, 1981. – 247 с.
180. Волков Г. Н. Социология науки. – М.: Политиздат, 1968. – 328 с.
181. Волькенштейн М. В. Молекулы и жизнь. Введение в молекулярную биофизику. – М.: Наука, 1965. – 504 с.
182. Волькенштейн М. В. Биофизика в кривом зеркале // Наука и жизнь. – 1977. – №7. – С. 62-66.
183. Волькенштейн М. В. Сущность биологической эволюции. Успехи физических наук. – 1984. – Т. 143, вып. 3. – С. 429-466.
184. Волькенштейн М. В. Биофизика /2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1988. – 592 с.
185. Вольтер Б. В. Маяк в лаборатории // Химия и жизнь. – 1991. – №7. – С. 24-25.

186. Воронин Г. Ф. Основы термодинамики. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — 192 с.
187. Воронцов-Вельяминов Б. А. Очерки о Вселенной /Изд. 2-е. — М.: ГИТТЛ, 1952. — 528 с.
188. Воронцов-Вельяминов Б. А. Очерки о Вселенной /Изд. 4-е. — М.: Физматгиз, 1959. — 532 с.
189. Воронцов-Вельяминов Б. А. Лаплас /2-е изд., доп. и перераб. — М.: Наука, 1985. — 288 с.
190. Вышнеградский А. И. Механическая теория теплоты. Лекции, читанные в С. П. Практ.-Технол. Ин-те в 1883-1884 г. — СПб.: Лит. Кремер Ф., 1883.
191. Гвай И. И. К. Э. Циолковский о круговороте энергии. — М.: Изд-во Академии наук СССР, 1957. — 80 с.
192. Гвай И. И. К. Э. Об одной малоизвестной гипотезе Циолковского. Калуга. Кн. изд-во, 1959. — 298 с.
193. Гегель Г. Энциклопедия философских наук. Т. 1. Наука логики. — М.: Мысль, 1974. — 452 с.
194. Геккель Э. Мировые загадки. — М.: ОГИЗ Гос. антирелигиозное изд-во, 1937. — 536 с.
195. Гельмгольц Г. Популярныe речи. Ч. I. /Изд. 2-е, пересмотр. и испр. — СПб.: Издание К. Л. Риккера, 1898. — 145 с.
196. Горелик Г. Е. О сохранности законов сохранения // Природа. — 1992. — №7. — С. 69-77.
197. Гливенко В. Понятие дифференциала у Маркса и Адамара // Под знаменем марксизма. — 1934. — №5. — С. 79-85.
198. Гельфер Я. М. Что такое теплота. (Популярное введение в теорию теплоты и теплопередачи) /Изд. 2-е., перераб. — М.: Энергия, 1968. — 128 с.
199. Гельфер Я. М. История и методология термодинамики и статистической физики. Т. 1. — М.: Высш. школа, 1969. — 476 с.
200. Гельфер Я. М. История и методология термодинамики и статистической физики. Т. 2. — М.: Высш. школа, 1973. — 280 с.
201. Гельфер Я. М., Любошиц В. Л., Подгорецкий М. И. Парадокс Гиббса и тождественность частиц в квантовой механике. — М.: Наука, 1975. — 272 с.
202. Герцен А. И. Сочинения. В 2-х т. Т. 1. — М.: Мысль, 1985. — 592 с.
203. Герцен А. И. Былое и думы. Детская и университет. Тюрьма и ссылка. Владимир-на-Клязьме. Москва. Петербург и Новгород /Изд 11-е. — М.: Детская литература, 1976. — 576 с.
204. Гессен Б. Механический материализм и современная физика // Под знаменем марксизма. — 1928. — №7-8. — С. 5-47.
205. Гетман Ф., Даниельс Ф. Основы физической химии. — М.-Л.: ГНТИ Хим. л-ры, 1941. — 628 с.
206. Гиббс Дж. В. Термодинамика. Статистическая механика. — М.: Наука, 1982. — 584 с.
207. Гинзбург В. Л. Как устроена Вселенная и как она развивается во времени // Гинзбург В. Л. Современная астрофизика. — М.: Наука, 1970. — С. 46-110.
208. Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике: Статьи и выступления. — М.: Наука, 1985. — 400 с.

209. Гинзбург В. Л. Теория относительности. Последовательна ли она? Отвечает ли она физической реальности? // Наука и жизнь. – 1987, №4. – С. 41-49.
210. Глазов В. М. Основы физической химии. – М.: Высш. школа, 1981. – 456 с.
211. Готт В. С. Философские вопросы современной физики. – М.: Высш. школа, 1967. – 296 с.
212. Готт В. С., Перетулин А. Ф. Абсолютное и относительное в законе сохранения и превращения энергии // Вопросы философии. – 1967. – №3. – С. 76-86.
213. Гохштейн Д. П. Остановятся ли мировые часы? (Популярное изложение учения об энтропии). – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 104 с.
214. Гребенников Е. А., Рябов Ю. А. Поиски и открытия планет. – М.: Наука, 1975. – 216 с.
215. Гризе А. «Диалектика природы» Ф. Энгельса: теоретическая концепция и историко-философские предпосылки // Методологический анализ физического познания. – Киев: Наукова думка, 1985. – С. 259-278.
216. Грэхэм Л. Р. Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе. – М.: Политиздат, 1991. – 480 с.
217. Грэхэм Л. Р. Очерки истории российской и советской науки. – М.: Янус, 1998. – 312 с.
218. Губин В. Б. Некоторые требования к правильному разрешению парадоксов Гиббса // Журнал физической химии. – 1985. – Т. 59, вып. 2. – С. 517-520.
219. Губин В. Б. Физические модели и реальность. (Проблема согласования термодинамики и механики). – Алматы, 1993. – 231 с. //
220. Гумилев Л. Н. География этноса в исторический период. – Л.: Наука, 1990. – 280 с.
221. Гухман А. А. Об основаниях термодинамики. – Алма-Ата: Изд-во АН Каз. ССР, 1947. – 106 с.
222. Гухман А. А. Об основаниях термодинамики. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 384 с.
223. Даты жизни и деятельности К. Маркса и Ф. Энгельса (март 1872 – март 1875) // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения /2-е изд. – Т. 18. – С. 730-759.
224. Девис П. Суперсила. – М.: Мир, 1989. – 272 с.
225. Декарт Р. Избранные произведения. – М.: Госполитиздат, 1950. – 712 с.
226. Декарт Р. Рассуждение о методе с приложениями: Диоптрика, Метеоры, Геометрия. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – 656 с.
227. Детлаф А. А., Яворский Б. М., Милковская Л. Б. Курс физики /Изд. 4-е, перераб. – М.: Высш. школа, 1973. – 384 с.
228. Джилас М. Несовершенное общество // Джилас М. Лицо тоталитаризма. – М.: Новости, 1992. – С. 361-540.
229. Двойников О. Можно ли обвинять в невежестве Ньютона? или Эйнштейна? // Атомная стратегия. – 2005, № 18 (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=16>).
230. Джинс Дж. Физика вселенной // Под знаменем марксизма. – 1929. – №1. – С. 163-178.

231. Диалектика в природе. Серия IV. Сб. №5. Механика новейшего похода на диалектический материализм. – М.: Издание Гос. Тимирязевского научно-исследовательского института, 1929. – 104 с. .
232. Диалектический материализм. – М.: Госполитиздат, 1954. – 440 с.
233. Долгов А. Д., Зельдович Я. Б. Космология и элементарные частицы // Успехи физических наук. – 1980. – Т. 130, вып. 3. – С. 559-614.
234. Долгов А. Д., Зельдович Я. Б., Сажин М. В. Космология ранней Вселенной. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1988. – 199 с.
235. Дорфман Я. Г. Ленинский философский анализ и развитие физики в XX столетии // Вопросы истории естествознания и техники. – 1970. – Вып. 1(30). – С. 10-19.
236. Еремеева А. И., Цицин Ф. А. История астрономии: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 349 с.
237. Еремин Е. Н. Основы химической термодинамики /Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1978. – 391 с.
238. Естествознание в борьбе с религиозным мировоззрением. – М.: Наука, 1988. – 245 с.
239. Ефремов Ю. Н. В глубины Вселенной /Изд. 2-е, перераб. – М.: Наука, 1977. – 224 с.
240. Жданов А. А. Выступление / Дискуссия по книге Г. Ф. Александрова «История западноевропейской философии» // Вопросы философии. – 1947, №1. – С. 271.
241. Жданов Ю. А. Моделирование в органической химии // Вопросы философии. – 1963, №6. – С. 63-74.
242. Жданов Ю. А. Значение трудов Ф. Энгельса для развития материалистической диалектики как науки // История материалистической диалектики. От возникновения марксизма до ленинского этапа. – М.: Мысль, 1971. – С. 369-442.
243. Жданов Ю. А. Материалистическая диалектика и проблема химической эволюции // Вопросы философии. – 1980, №2. – С. 59-80.
244. Жук Н. А. Космология.– Харьков: ООО «Модель Вселенной», 2000.– 464 с.
245. Жуковский В. С. Техническая термодинамика. – М.-Л.: ОНТИ Энергоиздат, 1934. – 300 с.
246. Жуковский В. С. Термодинамика.– М.: Энергоатомиздат, 1983.– 304 с.
247. Забелин И. М. Человечество – для чего оно? // Москва. – 1966. – №8. – С. 172-186.
248. Зарафьянц М. Г. Что такое энтропия? – М.: ОНТИ, 1935. – 83 с.
249. Захар'їн Г. П. Курс загальної фізики. Т. 1. Механіка. Теплога. Молекулярна фізика і термодинаміка. – Київ: Радянська школа. – 1961. – 642 с.
250. Згуровский М. З., Панкратова Н. Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев.: Наукова думка, 2005. – 744 с.
251. Зельдович Я. Б. Проблемы современной физики и астрономия // Успехи физических наук. – 1962. – Т. 78, вып. 4. – С. 549-578.
252. Зельдович Я. Б. Теория расширяющейся Вселенной, созданная А. А. Фридманом // Успехи физических наук. – 1963. – Т. 80, вып. 3. – С. 357-390.

253. Зельдович Я. Б. Современная космология // Природа. – 1983, №9. – С. 11-24.
254. Зельдович Я. Б. Почему расширяется Вселенная // Природа. – 1984, №2. – С. 66-71.
255. Зельдович Я. Б. Возможно ли образование Вселенной «из ничего» // Природа. – 1988, №4. – С. 16-26.
256. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Общая теория относительности и астрофизика // Эйнштейновский сборник, 1966. – М.: Наука, 1966. – С. 18-120.
257. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Релятивистская астрофизика. – М.: Наука, 1967. – 656 с.
258. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюция Вселенной. – М.: Наука, 1975. – 736 с.
259. Зельдович Я. Б., Гришук Л. П. Общая теория относительности верна! // Успехи физических наук. – 1988. – Т. 155, вып. 3. – С. 517-527.
260. Зельманов А. Л. Космология // Развитие астрономии в СССР. 1917-1967 гг. – М.: Наука, 1976. – С. 320-390.
261. Зельманов А. Л. Космология // Физический энциклопедический словарь. Т. 2 – М.: Советская энциклопедия, 1962. – С. 491-501.
262. Зильберглейт А. С., Скорняков Г. В. Тепловые процессы в двухпараметрической системе // Письма в «Журнал технической физики». – 1989. – Т. 15, вып. 16. – С. 87-90.
263. Зильберглейт А. С., Скорняков Г. В. Исправление // Письма в «Журнал технической физики». – 1990. – Т. 16, вып. 3. – С. 92-930.
264. Зильберглейт А. С., Скорняков Г. В. Преобразование тепла в работу с помощью потенциальных систем // Журнал технической физики. – 1992. – Т. 62, вып. 2. – С. 190-195.
265. Зисман Г. А., Тодес О. М. Курс общей физики. Т. 1. Механика, молекулярная физика, колебания и волны /Изд. 5-е, стереотипное. – М.: Наука, 1972. – 340 с.
266. Зоммерфельд А. Термодинамика и статистическая физика. – М.: Изд-во иностр. Литературы, 1955. – 480 с.
267. Иваненко Д. Введение в теорию элементарных частиц // Успехи физических наук. – 1947. – Т. 32, вып. 3. – С. 149-184.
268. Иванов И. И., Равдоник В. С. Электротехника. – М.: Высш. школа, 1984. – 375 с.
269. Ивахненко А. Г., Зайченко Ю. П., Димитров В. Д. Принятие решений на основе самоорганизации. – М.: Сов. радио, 1976. – 280 с.
270. Игнатович В. Н. Критика физических теорий с позиций диалектического материализма – перспективное направление научного творчества // Матеріали 4-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Творчість як предмет міждисциплінарних досліджень та навчання» 24-25 квітня 1997 року. – Київ: НТУУ «КПІ», 1997. – С. 51-52.
271. Игнатович В. Н. Основанный на старых идеях Фридриха Энгельса новый взгляд на проблему тепловой смерти вселенной // Марксизм и современность. – 1997, №3. – С. 66-71; 1998, №1. – С. 102-112.
272. Игнатович В. Н. «Диалектика природы» Фридриха Энгельса как руководство к действию // Марксизм и современность. – 2001, №1-2. – С. 3-17.

273. Игнатович В.Н. Критические заметки по современной космологии // Марксизм и современность. – 2001, №3-4. – С.50–61; 2003, №1–2. – С.78–88.
274. Игнатович В. Н. К диалектико-материалистической физике космоса // Марксизм и современность. – 2004, №1. – С. 59–65.
275. Игнатович В. Н. Взгляд марксиста на релятивистскую космологию и задачи марксистов в области физики космоса. Первый ответ на статью В. Г. Гамова «По поводу одной статьи в «Марксизме и современности» // http://www.geocities.com/zaschita/Otvet_Gamovu_1.htm.
276. Игнатович В. Н. Марксизм и физика: взгляд с порога XXI века // Марксизм: прошлое, настоящее, будущее: Материалы международной научно-практической конференции «Марксизм, обществоведческая мысль современности и социалистические тенденции развития человечества в XXI веке». Москва, Институт философии РАН, 22-24 апреля 2002 г. – М.: МАКС Пресс, 2003. – С. 448-451.
277. Игнатович В. Н. Революция в физике XX века: взгляд марксиста // Научное наследие К. Маркса и современные социальные процессы: Материалы международной научной конференции (Киев, 5–6 мая 2004 г.). – Киев: «ЭКМО», 2004. – С. 175–179.
278. Игнатович В. Н. Физики, читайте Герцена! // Марксизм и современность. – 2005, №1–2. – С. 108-115.
279. Идлис Г. М. Революции в астрономии, физике и космогонии. – М.: Наука, 1985. – 232 с.
280. Изгарышев Н. А. Химическая термодинамика. – Л.: Научное хим.-техн. изд-во, 1927. – 142 с.
281. Изменение гравитационной постоянной со временем (Новости физики в сети Internet) // Успехи физических наук.– 1996. – Т. 166, №8. – С. 918.
282. Изменяются ли физические константы со временем? (Новости физики в сети Internet) // Успехи физических наук.– 1995. – Т. 165, №8. – С. 974.
283. Иллюстрированная энциклопедия суеверий и волшебства. От древности до наших дней /Сост. д-р Леманн.– Киев: Изд-во «Україна», 1991.– 400 с.
284. Ильенков Э. В. Диалектика абстрактного и конкретного в «Капитале» Маркса. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 286 с.
285. Ильенков Э. В. Идеальное // Философская энциклопедия. Т. 2. – М.: Советская энциклопедия, 1962. – С. 219-227.
286. Ильенков Э. В. Учитесь мыслить смолоду. – М.: Знание, 1977. – 64 с.
287. Ильенков Э. В. Ленинская диалектика и метафизика позитивизма: (Размышления над книгой В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм»). – М.: Политиздат, 1980. – 175 с.
288. Ильенков Э. В. Диалектическая логика: Очерки истории и теории /2-е изд., доп. – М.: Политиздат, 1984. – 320 с.
289. Ильенков Э. В. Диалектика и мировоззрение // Ильенков Э. В. Философия и культура. – М.: Политиздат, 1991. – С. 345-365.
290. Ильенков Э. В. Космология духа // Ильенков Э. В. Философия и культура. – М.: Политиздат, 1991. – С. 415-437.
291. Иноземцев Н. В. Основы термодинамики и кинетики химических реакций. – М.: Гос. Науч.-техн. изд-во машиностроит. л-ры, 1950. – 210 с.

292. Иоффе А. Ф. Курс физики. Ч. 1 /Изд. 2-е. – М.-Л.: Гостехтеориздат, 1933. – 367 с.
293. Иоффе А. Ф. Основные представления современной физики. – Л.-М.: ГИТТЛ, 1949. – 368 с.
294. Исаев С. И. Курс химической термодинамики /2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1986. – 272 с.
295. История и теория атеизма: Учебное пособие. – М.: Мысль, 1974. – 429 с.
296. История учения о химическом процессе. Всеобщая история химии. – М.: Наука, 1981. – 448 с.
297. История философии в СССР. Т. 5. Кн. 1. – М.: Наука, 1985. – 800 с.
298. Каблуков И. А. Термохимия /Изд 2-е, испр. и доп. – М.-Л.: ОНТИ ГХТИ, 1934. – 348 с.
299. Колмогоров А. Н. Математика // Большая советская энциклопедия. Т. 26 /2-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1976. – С. 464-483.
300. Камке Д., Кремер К. Физические основы единиц измерения. – М.: Мир, 1980. – 208 с.
301. Камшилов М. М. Биотический круговорот. – М.: Наука, 1970. – 160 с.
302. Капица П. Л. Эксперимент. Теория. Практика. Статьи и выступления /Изд. 3-е, доп. – М.: Наука, 1981. – 496 с.
303. Кара-Мурза С. Г. Идеология и мать ее наука. – М.: Алгоритм, 2002. – 256 с.
304. Карапетьянц М. Х. Химическая термодинамика /Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 584 с.
305. Каратеодори К. Об основах термодинамики // Развитие современной физики. – М.: Наука, 1964. – С. 188-222.
306. Кравец Т. П. Эволюция учения об энергии // Успехи физических наук. – 1948. – Т. 36, вып. 3. – С. 338-358.
307. Карлюк А. С. Борьба материализма и идеализма в отечественной физике (II половина XIX и начало XX вв.). Часть вторая. – Минск: Ред.-изд. отдел БПИ имени И. В. Сталина, 1960. – 352 с.
308. Карно С. Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных производить эту силу // Второе начало термодинамики. – М.-Л. Гостехтеориздат, 1934. – С. 15-69.
309. Католин Л. «Мы были тогда дерзкими парнями...» /Изд. 2-е, доп. – М., 1979. – 208 с.
310. Карнап Р. Философские основания физики. – М.: Прогресс, 1971. – 391 с.
311. Кашин Н. В. Учение об энергии. Введение в термодинамику. – Л.: Изд-во Брокгауз-Ефрон, 1925. – 336 с.
312. Кашин Н. В. Курс физики. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. Для учительских институтов. – М.: Госпедиздат, 1948. – 438 с.
313. Кашин Н. В. Курс физики. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика /Изд. 4-е. – М.: Высш. школа, 1960. – 462 с.
314. Кедринский И. А., Дмитренко В. Е., Грудянов И. И. Литиевые источники тока. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.
315. Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук /2-е изд. – М.: Наука, 1967. – 436 с.

316. Кедров Б. М. Три аспекта атомистики. Парадокс Гиббса. Логический аспект. — М.: Наука, 1969. — 294с.
317. Кедров Б. М. Фридрих Энгельс. Развитие его взглядов на диалектику естествознания. — М.: Наука, 1970. — 160 с.
318. Кедров Б. М. Энгельс и диалектика естествознания. — М.: Политиздат, 1970. — 471 с.
319. Кедров Б. М. Энгельс о химии. — М.: Наука, 1971. — 304 с.
320. Кедров Б. М. О «Диалектике природы» Фридриха Энгельса. — М.: Высш. школа, 1977. — 184 с.
321. Кемпфер Ф. Путь в современную физику. — М.: Мир, 1972. — 375 с.
322. Кикоин А. К., Кикоин И. К. Молекулярная физика /Изд. 2-е. перераб. — М.: Наука, 1976. — 480 с.
323. Киппер А. Я. О сущности космологического красного смещения // Астрофизика. — 1974. — Т. 10, вып. 2. — С. 283-293.
324. Киппер А. Старение и конечное время жизни фотона в космологическом пространстве. Таллин: Валгус, 1981. — 60 с.
325. Киреев В. А. Краткий курс физической химии. — М.: ГНТИ Хим. л-ры, 1959. — 600 с.
326. Кириллин В. А., Сычев В. В., Шейндлин А. Е. Техническая термодинамика /4-е изд., перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 416 с.
327. Китайгородский А. И. Введение в физику. — М.: Наука, 1973. — 688 с.
328. Киттель Ч. Статистическая физика. — М.: Наука, 1977. — 366 с.
329. Клаузиус Р. Механическая теория тепла // Второе начало термодинамики. — М.-Л. Гостехтеориздат, 1934. — С. 71-158.
330. Климишин И. А. Астрономия наших дней /3-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1986. — 560 с.
331. Климишин И. А. Релятивистская астрономия /2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1989. — 288 с.
332. Климонтович Ю. Л. Проблемы статистической теории открытых систем: критерии относительной степени упорядоченности состояний в процессах самоорганизации // Успехи физических наук. — 1989. — Т. 158, вып. 1. — С. 59-91.
333. Климонтович Ю. Л. Критерий относительной упорядоченности открытых систем // Успехи физических наук. — 1996. — Т. 166, №11. — С. 1231-1243.
334. Кобозев Н. И. Парадокс Гиббса и физико-химическое моделирование нешенноновской информации // Журнал физической химии. — 1967. — Т. 41, вып. 6. — С. 1539-1541.
335. Кольман Э. «Массовое порождение коммунистического сознания» и естественные науки // Под знаменем марксизма. — 1934. — №1. — С.10-18.
336. Кольман Э. О так называемой «тепловой смерти вселенной» // Под знаменем марксизма. — 1940. — №11. — С. 124-151.
337. Кольман Э. Об одной ленинской мысли // Вопросы истории естествознания и техники. — 1970. — Вып. 1(30). — С. 54-57.
338. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник /2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1975. — 720 с.

339. Копнин П. В. Диалектика как логика и теория познания. — М.: Наука, 1973. — 324с.
340. Копнин П. В. Диалектика, логика, наука. — М.: Наука, 1973. — 464 с.
341. Копнин П. В. Гносеологические и логические основы науки. — М.: Мысль, 1974. — 568 с.
342. Коровин Н. В. Электрохимическая энергетика. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 264 с.
343. Космогония // Большая советская энциклопедия. Т. 34. — М.: ОГИЗ РСФСР, 1937. — С. 419-431.
344. Краевский В. Борьба Мариана Смолуховского за научную атомистику // Вопросы философии. — 1956, №4. — С. 114-117.
345. Краткий философский словарь. — М.: Госполитиздат, 1954. — 704 с.
346. Кричевский И. Р., Петрянов И. В. Термодинамика для многих. — М.: Педагогика, 1975. — 160 с.
347. Кричевский И. Р. Понятия и основы термодинамики /Изд. 2-е, пересмотр. и доп. — М.: Химия, 1970. — 440 с.
348. Кропоткин П. Н. Соотношение мировых физических констант и расширение Вселенной // Доклады АН СССР.— 1971.— Т.198, №4. — С.798- 800.
349. Кропоткин П. Н. Космологическое красное смещение в стационарной Вселенной Зеелигера-Эйнштейна // Доклады АН СССР. — 1988. — Т. 298, №4. — С. 827- 829.
350. Кропоткин П. Н. Космологическое красное смещение в стационарной Вселенной // Физические аспекты современной астрономии. — Л.: АН СССР ВАГО ГАО, 1985. — С. 94-120.
351. Кропоткин П. Н. Совершенный космологический принцип и эффект Хаббла // Доклады АН СССР. — 1989. — Т. 305, №4. — С. 820-824.
352. Ксанфомалити Л. В. Темная Вселенная. Сюрприз космологии к 100-летию открытия Эйнштейна // Наука и жизнь. — 2005. — № 5. (<http://nkj.ru/archive/articles/687>).
353. Кубо Р. Термодинамика. — М.: Мир, 1970. — 304 с.
354. Кузнецов И. В. Об одном порочном толковании второго начала термодинамики // Успехи физических наук.— 1949.— Т. 39, вып. 2.— С.299-306.
355. Кузнецов И. В. Против идеалистических извращений понятий массы и энергии // Успехи физических наук. — 1952. — Т. 48, вып. 2. — С. 221-262.
356. Кузнецов И. В. Учение Ф. Энгельса о формах движения материи и современное естествознание // Вопросы философии. — 1970. — №11. — С. 62-73.
357. Кузнецов П. Г. Противоречие между первым и вторым законами термодинамики // Известия АН Эстонской ССР. Т. VIII. Сер. технич. и физ.-мат. наук. 1959. №3. С. 194-206.
358. Кузнецов П. Г. Проблема жизни и второй закон термодинамики // Философская энциклопедия. Т. 2. — М.: Советская энциклопедия, 1962. — С. 133-134.
359. Козырев Н. А. Причинная или несимметричная механика в линейном приближении // Козырев Н. А. Избранные труды. — Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. — 448 с.
360. Кун Т. Структура научных революций. — М.: Прогресс, 1975. — 288 с.
361. Купер Л. Физика для всех. Т. 1. — М.: Мир, 1973. — 480 с.

362. Курс физической химии Т. 1 /Герасимов Я. И., Древинг В. П., Еремин Е. Н. и др. ; Изд. 2-е, испр. – М.: Химия, 1970. – 529 с.
363. Кушин В. В. Смерч // Природа. – 1988. – №7. – С. 14-23.
364. Лаберенн П. Происхождение миров. – М.: Гостехтеориздат, 1957. – 260 с.
365. Лаврентьев М. М, Еганова И. А., Луцет М. К., Фоминых С. Ф. О дистанционном воздействии звезд на резистор // Доклады АН СССР. – 1990. – Т. 314, №2. – С. 352-355.
366. Лавров П. Л. Опыт истории мысли. Т. 1. – СПб., 1875. – 162 с.
367. Ландау Л. Д., Ахиезер А. И., Лифшиц М. А. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика /Изд. 2-е испр. – М.: Наука, 1969. – 399 с.
368. Ландау Л. Д., Лифшиц М. А. Теория поля /Изд. 3-е, перераб. – М.: Физматгиз, 1960. – 400 с. – (Теоретическая физика. Т. II).
369. Ландау Л. Д., Лифшиц М. А. Статистическая физика. Ч. 1. – М.: Наука, 1976. – 584 с. – (Теоретическая физика. Т. V).
370. Ландау Л. Д., Румер Ю. Б. Что такое теория относительности. – М.: Советская Россия, 1960. – 62 с.
371. Лаплас П. С. Изложение системы мира. – Л.: Наука, 1982. – 376 с.
372. Левитан Е. П. Физика Вселенной. – М.: Наука, 1976. – 200 с.
373. Левитан Е. П. Эволюционирующая Вселенная: Кн. для учащихся 10-11 кл. – М.: Просвещение, 1993. – 159 с.
374. Лейзер Д. Создавая картину Вселенной. – М.: Мир, 1988. – 324 с.
375. Леонова В. Ф. Термодинамика. – М.: Высш. школа, 1968. – 158 с.
376. Леонтович М. А. Введение в термодинамику /Изд. 2-е, испр. – М.-Л., 1952. – 200 с.
377. Ливанова А. Л. Л. Д. Ландау. – М.: Знание, 1978. – 192 с.
378. Лидоренко Н. С., Мучник Г. Ф. Экологическая энергетика // Природа. – 1974. – №9. – С. 9.
379. Линде А. Раздувающаяся Вселенная // Успехи физических наук. – 1984. – Т. 144, вып. 2. – С. 177-214.
380. Линде А. Раздувающаяся Вселенная // Наука и жизнь. – 1985. – №8. – С. 25-32.
381. Линде А. Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология. – М.: Наука, 1990. – 280 с.
382. Лисичкин В., Шелепин Л. Глобальная империя Зла // <http://rusk.com.ru/lib/zagovor/giz/giz1.html>,
<http://rusk.com.ru/lib/zagovor/giz/giz2.html>,
<http://rusk.com.ru/lib/zagovor/giz/giz3.html>
383. Литературное наследство К. Маркса и Ф. Энгельса. История публикации и изучения в СССР. – М.: Политиздат, 1969. – 512 с.
384. Литлвуд Дж. Математическая смесь. – М.: Наука, 1978. – 144 с.
385. Лифшиц М. А. Карл Маркс. Искусство и коммунистический идеал /2-е изд. – М.: Художественная литература, 1979. – 471 с.
386. Логунов А. А. Релятивистская теория гравитации // Природа. – 1987. – №1. – С. 36-47.
387. Логунов А. А. Новая теория гравитации // Наука и жизнь. – 1987, №2. – С. 38-44; №3. – С. 60-71.

388. Логунов А. А., Лоскутов Ю. М. Мествиришвили М. А. Релятивистская теория гравитации и ее следствия // Успехи физических наук. – 1988. – Т. 155, вып. 3. – С. 369-396.
389. Логунов А. А., Мествиришвили М. А. Релятивистская теория гравитации. – М.: Наука, 1989. – 304 с.
390. Лоренц Г. А. Лекции по термодинамике. – М.-Л.: ОГИЗ ГТТЛ, 1941. – 156 с.
391. Лошмидт И. О состоянии теплового равновесия в системе частиц с учетом силы тяжести // Больцман Л. Избранные труды. – М.: Наука, 1984. – С. 426-429.
392. Лукьянов А. Т. От натурфилософии к сознательно-диалектическому естествознанию. – Киев: Вища школа. – 1981. – 192 с.
393. Львов Н. Н. Расширение Вселенной и новая космология Милна // Мирведение. – 1933. – №5. – С. 1-13.
394. Львов В. Е. На фронте космологии // Под Знаменем Марксизма. – 1938. – №7. – С. 137-167.
395. Лихошерстных Г. В поисках энергии // Техника – молодежи. – 1983. – №11. – С. 26-29.
396. Любищев А. А. Уроки самостоятельного мышления // Изобретатель и рационализатор. – 1975. – №8. – С. 36-41; 1975. – №9. – С. 43-45.
397. Любошиц В. Л., Подгорецкий М. И. Энтропия поляризованных газов и парадокс Гиббса // Доклады АН СССР. – 1970. Т. 194, №3. – С. 547-550.
398. Любошиц В. Л., Подгорецкий М. И. О работе И. П. Базарова «Парадокс Гиббса и его решение» // Журнал физической химии. – 1972. – Т. 46, вып. 7. – С. 1896-1898.
399. Майер Р. Ю. Закон сохранения и превращения энергии. Четыре исследования. – М.-Л.: Гостехтеориздат, 1933. – 312 с.
400. Максвелл Д. К. Трактат об электричестве и магнетизме. В 2-х т. Т. 2. – М.: Наука, 1989. – 438 с.
401. Максимов А. А. О философских воззрениях академика В. Ф. Миткевича и о путях развития советской физики // Под знаменем марксизма. – 1937. – №7. – С. 25-55.
402. Мареев С. Н. Встреча с философом Э. Ильенковым. Изд. 2-е, доп. М., Эребус. 1997. 192 с.
403. Мареев С. Н. Какой философии надо учить (Возражения профессору Лузгину С. Н.) // ...Изм. 1999. – №2 (22).
404. Марксистско-ленинская философия. Диалектический материализм / Изд. 2-е, дораб. – М.: Мысль, 1972. – 335 с.
405. Марри Дж. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях. – М.: Мир, 1983. – 398 с.
406. Мартынов Г. А. Неравновесная статистическая механика, уравнения переноса и второе начало термодинамики // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166, №10. – С. 1105-1133.
407. Материалистическая диалектика как общая теория развития. – М.: Наука, 1982. – 496 с.
408. Материалисты древней Греции. Собрание текстов Гераклита, Демокрита и Эпикура. – М.: Госполитиздат, 1955. – 238 с.

409. Мегрелидзе К. Р. Основные проблемы социологии мышления. — Тбилиси: Мецниереба, 1973. — 438 с.
410. Мельников О. А., Попов В. С., Калиняк А. А. Недопплеровское объяснение красного смещения в спектрах далеких галактик // Некоторые вопросы физики космоса. — М.: Изд. ВАГО, 1974. — 204 с.
411. Мелюхин С. Т. Проблема конечного и бесконечного. — М.: Политиздат, 1958. — 264 с.
412. Мелюхин С. Т. Материя в ее единстве, бесконечности и развитии. — М.: Мысль, 1966. — 384 с.
413. Менделеев Д. И. Попытка химического понимания мирового эфира /Изд. 2-е. — СПб.: Тип. М. П. Фроловой, 1910. — 54 с.
414. Мешков В. В. Основы светотехники. Ч. 1 /2-е изд. — М.: Энергия, 1979. — 368 с.
415. Мигдал А. Б. Поиски истины. — М.: Мол. Гвардия, 1983. — 238 с.
416. Мигдал А. Б. Как рождаются физические теории. — М.: Педагогика, 1984. — 128 с. (Б-чка Детской энциклопедии «Ученые школьнику»).
417. Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж. Гравитация. Т. 2. — М.: Мир, 1977. — 525 с.
418. Милликен Р. Полезная энергия // Под знаменем марксизма. — 1929. — №1. — С. 179-186.
419. Милликен Р. Возникновение химических элементов и космические лучи // Научное слово. 1929. — №2. — С. 25-37.
420. Милликен Р. Теория и практика разложения и синтеза атомов (современное положение вопроса) // За марксистско-ленинское естествознание. — 1931. — №2. — С. 85-93.
421. Милликен Р. Электроны (+ и -), протоны, фотоны, нейтроны и космические лучи. — ГОНТИ, 1939. — 312 с.
422. Мартынов Д. Я. Курс общей астрофизики. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Наука. 1971. 616 с.
423. Миткевич В. Ф. Основные физические воззрения: Сб. докладов и статей /Изд. 2-е, доп. — М.-Л.: Изд. АН СССР, 1936. — 164 с.
424. Миткевич В. Ф. Магнитный поток и его преобразования. — М.-Л.: Изд. АН СССР, 1946. — 358 с.
425. Михайлов А. А. О наблюдении эффекта Эйнштейна // Астрономический журнал. — 1956. — Т. 33, вып. 6. — С. 912-927.
426. Михайлов А. А. О наблюдении эффекта Эйнштейна во время солнечного затмения 31 июля 1981 г. // Письма в «Астрономический журнал». — 1980. — Т. 6, №1. — С. 58-60.
427. Михал С. Вечный двигатель вчера и сегодня. — М.: Мир, 1984. — 256 с.
428. Минин В. О тепловой энергии.—М.: Типография К.Индриха,1878.— 99 с.
429. Молевич Е. Ф. Круговорот и необратимость в мировом движении. Историко-философский очерк. — Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1976. — 108 с.
430. Морозов Н. А. Основы качественного физико-математического анализа и новые физические факторы, обнаруживаемые им в различных явлениях природы. — М.: Типография т-ва И. Д. Сытина, 1908. — 404 с.
431. Морозов Н. А. Вселенная // Итоги науки в теории и практике. Т. II. — М.: Изд. т-ва «Мир», 1916. — С. 605–904.

432. Моррис Г. Сотворение мира: научный подход. — Киев: Друг читача, 1990. — 76 с.
433. Мах Э. Научно-популярные очерки. — М.: Типолитография т-ва Кушнерев и К°, 1901. — 128 с.
434. Мюнстер А. Химическая термодинамика. — М.: Химия, 1971. — 296 с.
435. Наан Г. И. Космология // Большая советская энциклопедия. Т. 13 /3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1973. — С. 256-258.
436. Налимов В. В. Теория эксперимента /Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Наука, 1971. — 207 с.
437. Налимов В. В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. — М.: Наука, 1974. — 272 с.
438. Налимов В. В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков /2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1979. — 304 с.
439. Налимов В. В., Голикова Т. И. Логические основания планирования эксперимента. — М.: Металлургия, 1981. — 152 с.
440. Наука открывает время прежде времени // <http://main.vipcentr.ru/cosmos/cosmos7.html>
441. Начала Евклида. Книги I-VI /Изд. 2-е, стереотипное. — М.-Л.: ГИТТЛ, 1950. — 448 с.
442. Нернст В. Теоретическая химия с точки зрения закона Avogadro и термодинамики. — СПб.: Тип. М. М. Стасюлевича, 1904. — 619 с.
443. Нернст В. Мироздание в свете новых исследований. — М.-Пг.: Госиздат, 1923. — 59 с.
444. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. — М.: Мир, 1979. — 512 с.
445. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного: Введение — М.: Мир, 1990. — 342 с.
446. Новаковский В. М. К стандартной научной системе коррозионно-электрохимических понятий и терминов. I. Общие понятия // Защита металлов. — 1982. — Т. 16, №3. — С. 250-264.
447. Новаковский В. М. Коррозия — понятие и псевдопонятие // Защита металлов. — 1983. — Т. 19, №4. — С. 658-665.
448. Новиков Б. В. Творчество и философия. — Киев: Изд-во при Киевском университете, 1984. — 168 с.
449. Новиков И. Д. Как взорвалась Вселенная. — М.: Наука, 1988. — 176 с. — (Б-чка «Квант», вып. 68).
450. Новиков И. Д. Эволюция Вселенной /3-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1990. — 192 с.
451. Новиков И. Д. Предисловие редактора перевода // Силк Дж. Большой взрыв. Рождение и эволюция Вселенной. — М.: Мир, 1982. — С. 5-6.
452. Новиков И. И. Термодинамика. — М.: Машиностроение, 1984. — 592 с.
453. Новик И. Б. Некоторые аспекты взаимоотношения философии и естествознания // Вопросы философии. — 1969. — №9. — С. 109-114.
454. Об Альтернативной космологической группе // <http://www.inscience.ru/index.php?page=viewarticle&division=nnf&id=20/>

455. Огородников К. Ф. О «расширяющейся» Вселенной // Мирозведение. — 1934. — №2. — С. 86–96.
456. Огородников К. Ф. К дискуссии о «возрасте» Вселенной // Мирозведение. — 1935. — №5. — С. 283–294.
457. Огородников К. Ф. Динамика звездных систем. — М.: Физматгиз, 1958. — 627 с.
458. Огурцов А. П. «Философия природы» Гегеля и ее место в истории философии и науки // Гегель Г. Энциклопедия философских наук. Т. 2. Философия природы. — М.: Мысль, 1975. — С. 592–622.
459. Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. — М.: Прогресс, 1978. — 380 с.
460. Окатов М. Термостатика. — СПб.: Типография Академии наук, 1871. — 176 с.
461. Опарин А. И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. — М.: Изд. АН СССР, 1960. — 192 с.
462. Опарин Е. Г. Experimentum crucis. Решающий эксперимент по прямому определению разности температур в газе в стационарном состоянии в поле тяжести // Журнал русской физической мысли. — №1. — Петров: Общественная польза, 1991. — С. 40–46.
463. Опарин Е. Г. Физические основы бестопливной энергетики (ограниченность второго начала термодинамики). — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 136 с.
464. Оствальд В. Основания теоретической химии. — М.: Изд-е М. и С. Сабадашниковых, 1902. — 410 с.
465. Оствальд В. Философия природы. 1-е бесплатное приложение к журналу «Вестник и библиотека самообразования» на 1903 г. — СПб.: Тип. Акц. Общ. Брокгауз-Ефрон, 1903. — 326 с.
466. «Ось Зла» пронзает этот мир // <http://www.cnews.ru/newtop/index.shtml?2005//10//24//190446>.
467. Открытое письмо научному сообществу // <http://www.inscience.ru/index.php?page=viewarticle&division=nfn&id=20>.
468. Относительности теория // Техническая энциклопедия. Т. 15. — М.: ОГИЗ РСФСР, 1931. — С. 351–371.
469. Ощепков П. К. Жизнь и мечта /2-е изд. — М.: Московский рабочий, 1967. — 296 с.
470. Ощепков П. К. Одна из революционных идей в области научно-технического прогресса // Коммунист. — 1986. — №2. — С. 71–73.
471. Павленко А. Н. Европейская космология: основания эпистемологического поворота. — М.: Институт философии РАН — Интрада, 1997. — 256 с.
472. Павленко А. Н. Возможен ли союз христианского богословия и хаотической космологии? // <http://www.standrews.ru/index-ea=1&ln=1&shp=1&chp=showpage&num=322>
473. Певзнер Л. Основы биоэнергетики. — М.: Мир, 1977. — 310 с.
474. Перель Ю. Г. Развитие представлений о Вселенной /Изд. 2-е. — М.: Физматгиз, 1962. — 392 с.
475. Петров А. З. Предисловие редактора перевода // Бриллюэн Л. Новый взгляд на теорию относительности. — М.: Мир, 1972. — С. 5–10.

476. Петров В. Происхождение солнечной системы // Под знаменем марксизма. — 1939. — №6. — С. 121–133.
477. Петров В. Некоторые вопросы космологии // Под знаменем марксизма. — 1940. — №7. — С. 113–128.
478. Пиблс П. Физическая космология. — М.: Мир, 1975. — 310 с.
479. Планк М. Термодинамика. — М.-Л.: Госиздат, 1925. — 312 с.
480. Планк М. Введение в теоретическую физику. Часть пятая. Теория теплоты. — М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1935. — 228 с.
481. Планк М. Об основании второго закона термодинамики // Ван-дер-Ваальс И. Д., Констамм Ф. Курс термостатики. Ч. 1. — М.: ОНТИ, 1936. — С. 438–452.
482. Планк М. Принцип сохранения энергии. — М.: ОНТИ НКТП СССР, 1938. — 235 с.
483. Планк М. Избранные труды. — М.: Наука, 1975. — 788 с.
484. Плотников В. А. Курс термодинамики. — Киев: Изд. В. А. Просяниченко. 1915. — 176 с.
485. Плеханов Г. В. Философские взгляды А. И. Герцена (К столетию со дня его рождения) // Плеханов Г. В. Избр. филос. произв. в 5 т. Т. IV. — М.: Соцэкгиз, 1958. — С. 679–737.
486. Пойа Д. Математическое открытие. — М.: Наука, 1970. — 452 с.
487. Поликаров А. Относительность и кванты. Философские проблемы современной физики. — М.: Прогресс, 1966. — 500 с.
488. Поль Р. В. Механика, акустика и учение о теплоте. — М.: ГИТТЛ, 1957. — 484 с.
489. Поппер К. Что такое диалектика? // Вопросы философии. — 1995. — №1. — С. 118–138.
490. Предисловие // Энгельс Ф. Диалектика природы. — М.: Госполитиздат, 1952. — С. III–XVIII.
491. Предисловие // Маркс К. Энгельс Ф. Соч., 2-е изд. Т. 20. М., С. V–XXII.
492. Предисловие // Энгельс Ф. Диалектика природы. М., Политиздат. 1982. С. I–XVI.
493. Против нездоровых сенсаций // Правда. — 1959. — 22 ноября.
494. Пригожин И. Время структура и флуктуации (Нобелевская лекция по химии 1977 года) // Успехи физических наук. — 1980. — Т. 131, вып. 2. — С. 185–207.
495. Пригожин И. Переоткрытие времени // Вопросы философии. — 1989. — №8. — С. 3–19.
496. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. — М.: Прогресс, 1986. — 432 с.
497. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. — М.: Мир, 2002. — 461 с.
498. Примечания // Маркс К. Энгельс Ф. Соч., 2-е изд. Т. 20. М., С. 679–746.
500. Пуанкаре А. О науке. — М.: Наука, 1983. — 560 с.
501. Пуанкаре А. Механицизм и опыт // Больцман Л. Избранные труды. — М.: Наука, 1984. — С. 434–437.
502. Путилов К. А. Курс физики. Т.1. /Изд. 6-е, перераб.—М.: ГИТТЛ, 1956. 708 с.

503. Путилов К. А. Термодинамика. – М.: Наука, 1971. – 376 с.
504. Радужкевич Л. В. Курс термодинамики. – М.: Просвещение, 1971. – 288 с.
505. Радциг А. А. Термодинамика. – Киев: Типография И. И. Чоколова, 1900. – 299+IV с.
506. Радциг А. А. Сади Карно и его «Размышления о движущей силе огня» // Архив истории науки и техники. Вып. 3. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1934. – С. 31-49.
507. Рейф Ф. Статистическая физика /Изд. 2-е, стереотипное. – М.: Наука, 1977. – 352 с. (Берклеевский курс физики. Т. V).
508. Рейхенбах Г. Р. Направление времени. – М.: Иностранная литература, 1962. – 396 с.
509. Робертс Дж. Теплота и термодинамика. – М.-Л.: ГИТТЛ, 1950. – 592 с.
510. Епископ Василий (Родзянко). Теория распада Вселенной и вера отцов // <http://www.starlab.ru/cool/book/book1//8.shtml>.
511. Рожанский И. Д. Естественнонаучные сочинения Аристотеля // Аристотель. Сочинения. В 4-х т. Т. 3. – М.: Мысль, 1981. – С. 5-57.
512. Розенбергер Ф. История физики (перевод с нем. издания 1890 г.). Ч. 3. Вып. 2. – М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1936. – 448 с.
513. Розенталь М. М. Принципы диалектической логики. – М.: Издательство социально-экономической литературы, 1960. – 479 с.
514. Роузвер Д. А был ли Большой Взрыв? // <http://www.crimea.com/~creation/text//24c.htm>.
515. Роузвер Н. Т. Перигелий Меркурия. От Лаверье до Эйнштейна. – М.: Мир, 1985. – 246 с.
516. Руткевич М. Н. Диалектический материализм: Курс лекций для философских факультетов. – М.: Мысль, 1973. – 527 с.
517. Рыбников К.А. История математики. – М.: Изд-во МГУ. 1994. – 496 с.
518. Рязанов Д. Предисловие редактора // Архив К. Маркса и Ф. Энгельса. Кн. 2. – М.-Л.: ГИЗ, 1925. – С. I-XXXII.
519. Рязанов Д. Маркс и Энгельс о диалектике природы // Энгельс Ф. Диалектика природы /Изд. 2-е, испр. и доп. – М.-Л.: ГИЗ, 1929. – С. XIII-XLIX.
520. Рязанов Д. Предисловие ко второму изданию // Энгельс Ф. Диалектика природы /Изд. 2-е, испр. и доп. – М.-Л.: ГИЗ, 1929. – С. III-XII.
521. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1. Механика и молекулярная физика /Изд. 2-е, перераб. – М.: Наука, 1982. – 432 с.
522. Саката Сиро. Практическое руководство по управлению качеством. – М.: Машиностроение, 1980. – 214 с.
523. Сальников И. Е. К теории периодического протекания гомогенных химических реакций. II. Термокинетическая автоколебательная модель // Журнал физической химии. – 1949. – Т. 23, вып. 3. – С. 258-272.
524. Самая молодая галактика во Вселенной // <http://astronews.prao.psn.ru>.
525. Саслау У. Гравитационная физика звездных и галактических систем. – М.: Мир, 1989. – 544 с.
526. Свиридонов М. Н. Развитие понятия энтропии в работах Т. А. Афанасьевой-Эренфест // История и методология естественных наук. Вып. 10. Физика. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. – С. 112-129.

527. Седов Е. А. Одна формула и весь мир. Книга об энтропии. – М.: Знание, 1982. – 175 с.
528. Секки А. Единство физических сил. Опыт естественно-научной философии. – Вятка: Печатня изд-е Красовского, 1873. – 538 с.
529. Семенов Н. Н. Марксистско-ленинская философия в вопросы естествознания // Вестник АН СССР. – 1968. – №8. – С. 24-40.
530. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Теплота и молекулярная физика /Изд. 2-е, исправленное. – М.: Наука, 1979. – 552 с.
531. Силк Дж. Большой взрыв. Рождение и эволюция Вселенной. – М.: Мир, 1982. – 391 с.
532. де Ситтер В. Раздвигающаяся вселенная // Природа. – 1931. – №5. – С. 425–435.
533. Сквайрс Дж. Практическая физика. – М.: Мир, 1971. – 246 с.
534. Скопление галактик (Новости физики в сети Internet) // Успехи физических наук. – 1998. – Т. 168, №9. – С. 1036.
535. Скорняков Г. В. О термодинамике анизотропных магнетиков // Журнал технической физики. – 1986. – Т. 56, вып. 3. – С. 579-581.
536. Скорняков Г. В. Новый принцип преобразования тепла в работу // Письма в «Журнал технической физики». – 1989. – Т. 15, вып. 22. – С. 12-14.
537. Скорняков Г. В. Самоорганизация и преобразование тепла в работу // Журнал технической физики. – 1995. – Т. 65, вып. 1. – С. 35-45.
538. Скорняков Г. В. Преобразование тепла в работу с помощью термически неоднородных систем // Письма в «Журнал технической физики». – 1995. – Т. 21, вып. 23. – С. 1-5.
539. Скорняков Г. В. О неинтегрируемых термодинамических системах // Журнал технической физики. – 1996. – Т. 66, вып. 1. – С. 3-14.
540. Смирнов Г. В. Под знаком необратимости (Очерки о теплоте). – М.: Знание, 1977. – 144 с.
541. Смородинский Я. А. Температура. – М.: Наука, 1981. – 160 с. – (Б-ка «Квант». Вып 12).
542. Соколовский Ю. И. Понятие работы и закон сохранения энергии. Научно-методический анализ с историческим очерком. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1962. – 344 с.
543. Соловьев Ю. И. Очерки по истории физической химии. – М.: Наука, 1964. – 342 с.
544. Спасский Б. И. История физики. Ч. 1 /Изд. 2-е, перераб и доп. – М.: Высш. школа, 1977. – 320 с.
545. Спасский Б. И. История физики. Ч. 2 /Изд. 2-е, перераб и доп. – М.: Высш. школа, 1977. – 309 с.
546. Спасский Б. И. Физика для философов. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 188 с.
547. Спасский Б. И., Сарангов Ц. С. К истории открытия теоремы Карно // Успехи физических наук. – 1969. – Т. 99, вып. 2. – С. 347-352.
548. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике /Абалакин В. К., Аксенов Е. П., Гребеников Е. А. и др. ; Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Наука, 1976. – 864 с.

549. Сталин И. В. О диалектическом и историческом материализме // Сталин И. Вопросы ленинизма /Изд. 11-е. – М.: Гос. изд-во полит. л-ры, 1952. – С. 574–602.
550. Степанова Е. А. Фридрих Энгельс. Краткий биографический очерк /4-е изд., перераб. и доп. – М.: Политиздат, 1985. – 238 с.
551. Струмилин С. Г. Избранные произведения в пяти томах. Т. 5. Проблемы социализма и коммунизма в СССР. – М.: Наука, 1965. – 468 с.
552. Субботин М. Ф. Введение в теоретическую астрономию. – М.: Наука, 1968. – 800 с.
553. Суворов С. Г. Еще раз к вопросу о так называемом физическом понятии материи (ответ В. Г. Фридману) // Успехи физических наук. – 1953. – Т. 49, вып. 1. – С. 125-146.
554. Сычев В. В., Шпильрайн Э. Э. В погоне за миражом // Энергия: экономика, техника, экология. – 1987. – №2. – С. 49-53.
555. Тамм И. Е. Новые принципы статистической механики Бозе-Эйнштейна в связи с вопросом физической природы материи // Успехи физических наук. – 1926. – Т. 6, вып. 2. – С. 112-141.
556. Татарский В. И. О критериях степени хаотичности // Успехи физических наук. – 1989. – Т. 158, вып. 1. – С. 123-126.
557. Тахтаджян А. Л. Слово о тектологии // Богданов А. А. Тектология: (Всеобщая организационная наука). В 2-х кн.: Кн. 2. – М.: Экономика, 1989. – С. 348-351.
558. Телеснин Р. В. Молекулярная физика. – М.: Высш. школа, 1965. – 298 с.
559. Тер Хаар Д., Вергеланд Г. Элементарная термодинамика (Elements of thermodynamics) – М.: Мир, 1968. – 220 с.
560. Термодинамика. Основные понятия. Терминология. Буквенные обозначения величин. – М., Наука. 1984. – 40 с.
561. Терлецкий Я. П. Статистическая физика. – М.: Высшая школа. – 1966. – 236 с.
562. Тер-Оганезов В. Т. О марксистско-ленинском представлении пространства и времени // Мирознание. – 1934. – №2. – С. 97–106.
563. Тетельбаум С. И. К вопросу о круговороте материи в бесконечной вселенной // Известия Киевского ордена Ленина политехнического института. – 1954. – Т. 16. – С. 100-110.
564. Тетельбаум С. І. До питання про інтенсивність та спектральний склад метagalактичного випромінювання // Доповіді Академії наук Української РСР. – 1955. – №1. – С. 57-62.
565. Тимирязев А. К. Введение в теоретическую физику. – М.-Л.: ГТТИ, 1933. – 440 с.
566. Тимирязев А. К. Волна идеализма в современной физике на Западе и у нас // Под знаменем марксизма. – 1933, №5. – С. 94-123.
567. Товбин М. В. Физическая химия. – Киев: Вища школа. – 1975. – 488 с.
568. Товмасын Г. М. Внегалактические источники радиоизлучения. – М.: Наука, 1986. – 240 с.
569. Томпсон Б. Научные доказательства сотворения // <http://creabooks.nm.gu/Thompson.htm>.
570. Томсон-Кельвин В. О динамической теории теплоты // Второе начало термодинамики. – М.-Л. Гостехтеориздат, 1934. – С. 161-174.

571. Томсон-Кельвин В. О проявляющейся в природе общей тенденции к рассеянию механической энергии // Второе начало термодинамики. – М.-Л. Гостехтеориздат, 1934. – С. 180-182.
572. Трайбус М. Термостатика и термодинамика. – М.: Энергия, 1970. – 504 с.
573. Тринчер К. С. Биология и информация. Элементы биологической термодинамики /Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Наука, 1965. – 120 с.
574. Троицкий В. С. Экспериментальная проверка релятивистской космологии указывает на гравитационную природу красного смещения // Гравитация. – 1995. – Т. 1. В. 1. – С. 71-82. (http://gravity.ezhiki.ru//russian//articles//experim_check.shtml)
575. Троицкий В. С. Экспериментальные свидетельства против космологии Большого взрыва // Успехи физических наук. – 1995. – Т. 165, №6. – С. 703-707.
576. Трофименко А. П. Вселенная: творение или развитие? – Мн.: Беларусь, 1987. – 160 с.
577. Тяготение // Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона. Т. 67. – 1902. – С. 379-387.
578. Уемов А. И. Логические ошибки. Как они мешают правильно мыслить. – М.: Госполитиздат, 1958. – 119 с.
579. Уилл К. Теория и эксперимент в гравитационной физике. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.
580. Уилл К. М. Теория гравитации и эксперимент // Общая теория относительности. – М.: Мир, 1983. – С. 11-86.
581. Уокер Г. Двигатели Стирлинга. – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.
582. Фаталиев Х. М. Марксизм-ленинизм и естествознание. – М.: Изд-во МГУ, 1962. – 352 с.
583. Федулаев Л. Е. Физическая форма гравитации: Диалектика природы. – М.: КомКнига, 2006. – 288 с.
584. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Современная наука о природе. Законы механики. (Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1). – М.: Мир, 1965. – 268 с.
585. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Излучение. Волны. Кванты. Кинетика. Теплота. Звук. (Фейнмановские лекции по физике. Вып. 3-4) /Изд. 2-е. – М.: Мир, 1976. – 496 с.
586. Фейнман Р. Характер физических законов /Изд. 2-е, испр. – М.: Наука, 1987. – 160 с. (Б-чка «Квант». Вып. 62).
587. Фен Дж. Машины, энергия, энтропия. – М.: Мир, 1986. – 336 с.
588. Ферми Э. Термодинамика. – Харьков: Изд-во Харьковского ун-та, 1969. – 140 с.
589. Физика космоса. Маленькая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия. 1976. – 655 с.
590. Физический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1984. – 944 с.
591. Философия естествознания. Вып. 1-й. – М.: Политиздат, 1966. – 413 с.
592. Философия и мировоззренческие проблемы современной науки. XVI Всемирный философский конгресс. – М.: Наука, 1981. – 382 с.

593. *Философская энциклопедия*. Т.1. – М.: Советская энциклопедия, 1960. – 504 с.
594. *Философская энциклопедия*. Т.2. – М.: Советская энциклопедия, 1962. – 576 с.
595. *Философская энциклопедия*. Т.3. – М.: Советская энциклопедия, 1964. – 548 с.
596. *Философская энциклопедия*. Т.4. – М.: Советская энциклопедия, 1967. – 592 с.
597. *Философская энциклопедия*. Т.5. – М.: Советская энциклопедия, 1970. – 740 с.
598. *Философские проблемы астрономии XX века*. – М.: Наука, 1976. – 480 с.
599. *Философские проблемы естествознания: Учеб. пособие*. /Под ред. С. Т. Мелюхина. – М.: Высш. школа, 1985. – 400 с.
600. *Философские проблемы современного естествознания. Труды всесоюзного совещания по философским вопросам естествознания*. – М.: Изд. АН СССР, 1959. – 664 с.
601. *Философский словарь /4-е изд.* – М.: Политиздат, 1981. – 445 с.
602. Фок В. А. *Теория пространства, времени и тяготения*. – М.: ГИТТЛ, 1955. – 504 с.
603. Франк-Каменецкий Д. А. *Диффузия и теплопередача в химической кинетике*. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – 367 с.
604. Франкфурт У. И. *К истории аксиоматики термодинамики // Развитие современной физики*. – М.: Наука, 1964. – С. 257-292.
605. Фридман А. А. *О кривизне пространства // Успехи физических наук*. – 1963. – Т. 80, вып. 3. – С. 439-446.
606. Фридрих Энгельс. *Биография*. – М.: Политиздат, 1970. – 627 с.
607. Фридрих Энгельс и современность // *Вопросы философии*. – 1960. – №12. – С. 13-24.
608. Ф. Энгельс и естествознание (библиография основной литературы)// *Вопросы истории естествознания и техники*. –1970.–Вып.3(38). – С.50-54.
609. Фридрих Энгельс о диалектике естествознания. *Хрестоматийное издание /Редактор-составитель Б. М. Кедров*. – М.: Наука, 1973. – 576 с.
610. Хайтун С. Д. *История парадокса Гиббса*. – М.: Наука, 1986. – 168с.
611. Хайтун С. Д. *Механика и необратимость*. – М.: Янус, 1996. – 448 с.
612. Хакен Г. *Синергетика: Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах*. – М.: Мир, 1985. – 423 с.
613. Хакен Г. *Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам*. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
614. Харкевич А. А. *Рассуждения о коэффициенте полезного действия // Вестник АН СССР*. – 1965. – №6. – С. 27-33.
615. Хвольсон О. Д. Гегель, Геккель, Коссут и двенадцатая заповедь. *Критический этюд*. – СПб, 1911. – 188 с.
616. Хвольсон О. Д. *Курс физики*. Т. 3. *Учение о теплоте /Изд. 5-е*. – Берлин: Гос. изд-во РСФСР, 1923. – 752 с.
617. Хениг К. Карл Шорлеммер. *Первоклассный химик и коммунист*. – М.: Мир, 1978. – 86 с.
618. Хокинг С. *От большого взрыва до черных дыр. Краткая история времени*. – М.: Мир, 1990. – 168 с.

619. Цейтлин З. Закон движения Энгельса (Опыт конкретного применения диалектики к физике) // Диалектика в природе. Сборник по марксистской методологии естествознания. Серия IV. Сборник №2. – Вологда: Северный печатник, 1926. – С. 126-176.
620. Центер Б. И., Лызлов Н. Ю. Металл-водородные электрохимические системы. Теория и практика. – Л.: Химия, 1989. – 282 с.
621. Цехмистро И. З. К квантовому рождению Вселенной «из ничего» // Философские науки. – 1988. – №9. – С. 91-95.
622. Циолковский К. Э. Второе начало термодинамики // Журнал русской физической мысли. – №1. – Реутов: Общественная польза, 1991. – С.22-39.
623. Циолковский К. Э. Живая Вселенная // Вопросы философии. – 1992. – №6. – С. 135-158.
624. Цирлин А. М. Второй закон термодинамики и предельные возможности тепловых машин // Журнал технической физики. – 1999. – Т. 69, №1. – С. 140–142.
625. Чернавский Д. С., Хазин М. Л. Парадокс Гиббса и смысл понятия энтропии в классической термодинамике // Краткие сообщения по физике ФИАН. – 2001. – №10. – С. 39-47.
626. Чесноков Д.И. Мироззрение Герцена. – М.: Госполитиздат, 1948. – 367 с.
627. Чудинов Э. М. Теория относительности и философия. – М.: Политиздат, 1974. – 304 с.
628. Шама Д. Современная космология. – М.: Мир, 1973. – 254 с.
629. Шама Д. Вступление // Силк Дж. Большой взрыв. Рождение и эволюция Вселенной. – М.: Мир, 1982. – С. 7.
630. Шамбадаль П. Развитие и приложение понятия энтропии. – М.: Наука, 1967. – 280 с.
631. Шапиро И. Экспериментальная проверка общей теории относительности // Астрофизика, кванты, и теория относительности. – М.: Мир, 1982. – С. 215-240.
632. Шаров А. С., Новиков И. Д. Человек, открывший взрыв Вселенной: Жизнь и труд Эдвина Хаббла. – М.: Наука, 1989. – 208 с.
633. Шафиркин В. О строении вселенной и некоторых реакционных идеях буржуазной космологии // Под Знаменем Марксизма. – 1938. – №7. – С. 115-136.
634. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 420 с.
635. Шиллер Н. Н. О втором законе термодинамики и одной новой его формулировке. – Киев: Типография ун-та, 1898. – 12 с.
636. Шишковский Б. А. Энергия и энтропия. – Киев: Типография Имп. ун-та св. Владимира, 1909. – 23 с.
637. Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум /Изд. 4-е. – М.: Наука, 1976. – 368 с.
638. Шкловский И. С. Проблемы современной астрофизики. – М.: Наука, 1982. – 224 с.
639. Шмидт О. Ю. Избранные труды. Геофизика и космогония. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 212 с.
640. Шпильрайн Э. Э. О предельных к. п. д. теплосиловых установок // Известия АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1982. – №4. – С. 121–126.

641. Шпильрайн Э. Э., Семенов А. М. Параэнергетика или как не надо искать энергию // Энергия: экономика, техника, экология. – 1984. – №4. – С. 38-47.
642. Шредингер Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика /Изд. 2-е. – М.: Атомиздат, 1972. – 88 с.
643. Штернов А. О некоторых «достижениях» термодинамики // Под знаменем марксизма. – 1938. – №4. – С. 171-174.
644. Эйгенсон М. С. О бесконечности вселенной // Под знаменем марксизма. – 1940. – №8. – С. 61–85.
645. Эйгенсон М.С. Внегалактическая астрономия.– М.: ГИФМЛ, 1960. – 414 с.
646. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. I. – М.: Наука, 1965. – 700 с.
647. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. II.– М.: Наука, 1966.– 878 с.
648. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. III.– М.: Наука, 1966.–632 с.
649. Эйнштейн и современная физика (Сборник памяти А. Эйнштейна). – М.: ГИТТЛ, 1956. – 260 с.
650. Элиашберг Г. М. Термодинамика // Большая советская энциклопедия. Т. 25 /3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1973. – С. 481-482.
651. Энергетика /Швец И. Т., Толубинский В. И., Букшпун И. Д. и др. ; изд. 2-е, перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1971. – 616 с.
652. Энциклопедический словарь юного физика /2-е изд., испр. и доп. – М.: Педагогика, 1991. – 336 с.
653. Эрдеи-Груз Т. Химические источники энергии.– М.: Мир, 1974.– 304 с.
654. Юсти Э., Винзель А. Топливные элементы. – М.: Мир, 1964. – 480 с.
655. Яковлев В. Ф. Курс физики. Теплота и молекулярная физика. – М.: Просвещение, 1976. – 320 с.
656. Яковлев В. Ф. Теплопередача излучением при стационарных градиентах температур в молекулярных газах // Журнал физической химии. – 1984. – Т. 58, вып. 7. – С. 1821-1823.
657. Яковленко С. И. Проблема качества энергии // Вопросы философии. – 1994. – №9. – С. 95-103.
658. Яновская С. О математических рукописях К. Маркса // Под знаменем марксизма. – 1933. – №1. – С.74-115.
659. An Open Letter to the Scientific Community//<http://cosmologystatement.org>.
660. About the Alternative Cosmology Group // <http://www.cosmology.info>.
661. Clausius R. Abhandlungen über die mechanische Wärmttheorie. Abtheilung II. – Braunschweig: Druck und Verlag Friedrich Vieweg und Sohn, 1867. – 351 S.

Приложение 1

Письмо А. И. Вейнику¹

Глубокоуважаемый Альберт-Виктор Иозефович!

Пишет Вам тот самый инженер из Киева, который 22 мая с.г. разговаривал по телефону с Вашим сотрудником и обещал сообщить нечто важное о философских основаниях Вашей общей теории.

С Вашей теорией я познакомился год назад по книге «Термодинамика» издания 1968 года. Книга вызвала одновременно восхищение и сожаление. Восхищение грандиозностью теории, которая выводит из одного постулата все законы физики, сожаление тем, что такое грандиозное построение не имеет прочного философского основания.

Вы писали: «Для доказательства факта существования обобщенного заряда (целесообразна именно такая более общая постановка вопроса) необходимо выйти за пределы термодинамики и встать на позиции, которые отличались бы большей общностью, чем те, которые привели к понятиям элементарной формы движения материи и обобщенного заряда. В каком именно направлении следует искать доказательство — на это в современном естествознании (и философии) нет даже намеков» (с.265-266).

Похоже, Вы считаете, что тот, кто принимает Вашу теорию, должен **поверить** в реальное существование обобщенного заряда (Вы ведь не сомневаетесь в факте существования обобщенного заряда, но **доказать** этот факт пока не можете). Тем самым Вы загоняете обоснование своей теории в тупик и даете своим оппонентам повод просто проигнорировать такую теорию, которая требует веры.

Между тем, в современной философии есть идеи, на основе которых можно доказать истинность общей теории (но не факт существования обобщенного заряда!). В этих идеях нуждается не только Ваша теория, но и вся современная физика.

Физики до сих пор не поняли и не приняли как руководство к действию уже ставшие прописными истинами следующие положения диалектического материализма:

I. Познание есть отражение человеком природы. Научные понятия, законы природы, научные теории, математические модели — формы отражения.

¹ Это письмо было написано автором в начале июня 1985 г. и, разумеется, в нем отражаются воззрения автора того времени. В письме есть неточные выражения и ошибочные положения. Но подход к критике термодинамики, который затем реализовывался более десяти лет, сформулирован достаточно точно и подробно.

II. Цель науки — не познание ради знания, а познание ради преобразования. «Философы до сих пор объясняли мир, дело же заключается в том, чтобы изменить его».

В силу этого в физике не до конца преодолена созерцательность метафизического материализма. В большинстве физических теорий действительность рассматривается только как объект, не в зависимом от деятельности субъекта виде. Иногда кажется, что физики рассматривают энергию, массу, пространство, время как нечто **данное**, т.е. **существующее в природе** до и независимо от человека. В действительности мир человеку **дан** в ощущениях. Понятия человек **создает** в процессе познания. «Убегая» от идей позитивистов, многие наши физики, по существу, «залетают» в объективный идеализм. «На самом деле в процессе познания человек имеет дело не столько с природой как таковой, сколько с «очеловеченным» миром, т.е. так или иначе вовлеченным в процесс производства, и именно практическое преобразование мира открывает человеку его закономерности. Поэтому познание есть не пассивное созерцание, а активная деятельность, неразрывно связанная с практическим преобразованием мира» (Философский словарь, под ред. И.Т.Фролова, М. Политиздат, 1981, с.338).

Тем не менее, физики продолжают выяснять, «как мир устроен на самом деле», т.е. по существу хотят в процессе познания обойтись без субъекта. Но это же абсурд! Гениальный физик Нильс Бор, не зная марксистской гносеологии, приходит к аналогичным выводам, формулирует принцип дополнительности, из которого следует невозможность «абсолютно объективного познания» (такого, в котором не участвует субъект). Все равно, в недавно изданном «Физическом энциклопедическом словаре» пишут: «Дополнительности принцип отражает объективные свойства квантовых систем, не связанные с существованием наблюдателя»!

В своей теории Вы частично преодолели созерцательность физики, в частности, когда понимаете энергию как свойство системы. Обычно энергию понимают фактически как некую субстанцию, которая может принимать различные формы, перетекать из тела в тело, расходоваться, накапливаться и т.п. Такому пониманию способствует также знаменитая формула $E=mc^2$. Закон сохранения энергии выступает как некий жандарм, который не разрешает создавать вечный двигатель. В Философском словаре под ред. И.Т.Фролова пишут: «Качественно различные физические формы движения материи способны превращаться друг в друга, и этот процесс превращения контролируется (Именно так! Контролируется, а не «может быть описан») строго определенными количественными эквивалентами» (с.429). Вы же утверждаете, что под А можно понимать бесчисленное множество различных свойств материи. Это могут быть энергия, дав-

ление, температура, емкость и т.д.» (с.24). Основное свойство А по Вашей теории **выбирает** субъект! И от этого выбора зависит форма законов природы! Тем самым в Вашей теории субъект активно участвует в познании.

Трактовка энергии как свойства системы, по-моему, одно из лучших достижений общей теории.

В то же время трудно составить определенное мнение о Вашем понимании термического заряда. Иногда Вы пишете о термическом заряде как о понятии, иногда, как о чем-то существующем реально, о субстанции. Вы писали: «Термический заряд существует реально» (с.228); «Для доказательства факта существования обобщенного заряда...» (с.265); «...отдельные (изолированные) элементарные формы движения в природе обычно не встречаются» (с.79).

Мне кажется, Ваша теория сильно выиграет, если Вы с самого начал определите, что элементарная форма движения, обобщенный заряд – понятия, абстракции, формы отражения действительности в науке термодинамике.

Если принять, что термический заряд – нечто данное (объект, субстанция), то становится невозможным обсуждение вопроса, что лучше – термический заряд или энтропия. Этот вопрос окажется таким же абсурдным как вопрос, что лучше, **α** Лебеда или **τ** Кита. Но если признать, что термический заряд – понятие, абстракция, то потом можно доказать, что это понятие лучше, полнее отражает действительность, чем понятие энтропии, т.е. является более истинным.

В своей книге Вы доказываете, что термический заряд более истинное понятие, чем энтропия, однако из-за отсутствия четкого представления о заряде как о понятии доказательство оказывается, на мой взгляд, не очень убедительным.

Для того, чтобы по достоинству оценить значение Вашей теории, недостаточно одного понимания сущности познания. Необходимо также иметь верное понимание сущности науки.

С 60-х годов советскими философами развиваются следующие идеи:

III. Всякая наука есть прикладная логика.

IV. Марксизм есть Логика (логика с большой буквы), т.е. диалектика, логика и теория познания современного материализма. (Ленин: Не надо трех слов – это одно и то же).

Эти идеи не стали еще господствующими в марксистской философии, не говоря уже о физике. Поэтому физики знают только один критерий истины – эксперимент, и не понимают, что истинная теория не может противоречить Логике (поскольку всякая наука есть прикладная логика). Из-за этого совершают множество преступлений против разума, в числе которых, по моему мнению, теория

Большого взрыва, формула $E=mc^2$ ($c=\text{const}$), представление об элементарных частицах как о «кирпичиках» мироздания (это представление доведено до абсурда в кварковой модели), представление о неизменности физических законов во времени, вероятностная трактовка времени.

Физики в большинстве своем не понимают, что развитие науки идет не только вширь — в плане открытия и объяснения все новых явлений, но и вглубь — в плане совершенствования логического построения науки. (Эйнштейн, впрочем, писал о критериях «внешнего оправдания» и «внутреннего совершенства» теорий. Однако об этих критериях, похоже, вспоминают только тогда, когда пишут об Эйнштейне).

Ваша общая теория как раз делает переворот в физике как логике.

Нужно раскрыть сущность этого переворота. А для этого недостаточно показать, что общая теория в большинстве случаев соответствует традиционным теориям и не противоречит опытным данным. Для объяснения каждого факта в физике имеется добрый десяток разных теорий и появление еще одной ничего не меняет. Нужно поэтому показать, что появление общей теории — не результат какой-то игры ума, а закономерный этап развития физики как логики.

Для этого необходимо то, что Вы показали в «Термодинамике», дополнить рассмотрением истории понятий физики, т.е. осуществить в общей теории единство логического и исторического, как того требует Логика. Только проследившая развитие понятий физики, можно доказать необходимость понятий обобщенного заряда, элементарной формы движения и других.

При изложении общей теории необходимо особо выделять случаи, когда общая теория соответствует Логике, но противоречит общепринятым взглядам. Это, в частности, закон диссипации, из которого следует необратимость времени; критика общей теорией теории относительности и теории Большого взрыва.

Развитая общая теория станет одним из двух общих методов физики (второй метод — метод моделей). Но для этого еще нужно много поработать — и совершенствуя общую теорию, и пропагандируя ее идеи. Я хотел бы по мере возможности принять участие в этой работе, например, путем обсуждения с Вами общей теории.

Возможно, в этом письме я не всегда высказывался достаточно ясно. Если Вам что-либо покажется неубедительным, я готов в меру своего понимания и способностей разъяснить. Здесь я написал далеко не обо всех замеченных мной недостатках общей теории. Если Вам будет интересно, в дальнейшем можно было бы продолжить разбор теории.

Понимание положений I-IV возникло у меня после чтения книг ¹:

1. Ленин В.И. Философские тетради // Полн. собр. соч. Т.29
2. Энгельс Ф. Диалектика природы // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т.20
3. Копнин П.В. Гносеологические и логические основы науки. — М.: Мысль, 1974. — 568 с.
4. Копнин П.В. Диалектика. Логика. Наука. — М.: Наука, 1974. — 464 с.
5. Ильенков Э.В. Диалектическая логика. Очерки истории и теории. — М.: Политиздат, 1974. — 271 с.
6. Ильенков Э.В. Ленинская диалектика и метафизика позитивизма: (Размышления над книгой В.И.Ленина «Материализм и эмпириокритицизм»).— М.: Политиздат, 1980. — 175 с.
7. Босенко В. А. Диалектика как теория развития. — Изд-во КГУ, Киев, 1966. — 248 с.
8. Мегрелидзе К. Р. Основные проблемы социологии мышления. — Тбилиси: Мецниереба, 1973.— 438 с.
9. Кондаков Н. И. Логический словарь. — М.: Наука, 1971.— 656 с.

Вкратце о себе. Мне 27 лет. В этом году заканчиваю аспирантуру по прикладной электрохимии. Последние три года все больше интересуюсь философскими проблемами науки. В будущем хотел бы более серьезно заняться этими проблемами.

6.06.85 г.

В.Н. Игнатович

¹ Предложение «Понимание положений I-IV возникло у меня после чтения книг» должно было означать: «Почитайте, пожалуйста, следующие книги» — предложение, которое в письме молодого инженера доктору наук, члену корреспонденту АН БССР, по мнению автора, выглядело бы бестактным.

Интересно отметить, что в списке книг, которые автор рекомендовал А. И. Вейнику, нет таких, которые он сегодня обязательно включил бы в такого рода список: «Анти-Дюринг» Ф. Энгельса, «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленина, «Диалектика абстрактного и конкретного в «Капитале» Маркса» Э. В. Ильенкова, «Актуальные проблемы диалектического материализма» В. А. Босенко, «Противоречие как категория диалектической логики» Г. С. Батищева, поскольку к моменту написания письма автор еще не проработал их и не оценил в должной мере.

Список опубликованных работ автора по теме монографии

1. Категории диалектической логики как инструмент рационального творческого мышления // III Міжнародна наукова конференція «Творчість. Культура. Гуманізм». 21-22 жовтня 1993 року. Тези виступів. Ч. 1. – Київ: КПІ, 1993. – С. 196-197.
2. Критика физических теорий с позиций диалектического материализма – перспективное направление научного творчества // Матеріали 4-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Творчість як предмет міждисциплінарних досліджень та навчання» 24-25 квітня 1997 року. – Київ: НТУУ «КПІ», 1997. – С. 51-52.
3. Основанный на старых идеях Фридриха Энгельса новый взгляд на проблему тепловой смерти вселенной // Марксизм и современность. – 1997. – №3. С.66-71; 1998. – №1. – С.102-112.
4. К вопросу о роли воинствующего материализма в научном творчестве // Матеріали 5-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Творчість як спосіб буття дійсного гуманізму» 13-14 травня 1999 р. Ч.1. – Київ: НТУУ «КПІ», 1999. – С.107-109.
5. Главная задача научного творчества в области теоретической физики сегодня // В кн.: Матеріали 6-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Творчість свободи як свобода творчості» 17-18 травня 2001 р. Київ. НТУУ «КПІ», 2001. – С.86-87/
6. «Диалектика природы» Фридриха Энгельса как руководство к действию / Марксизм и современность. – 2001. – №1-2. – С.3-17.
http://ihtik.lib.ru/philosbook_22dec2006/philosbook_22dec2006_1207.rar.
<http://www.libelli.ru/library/tema/sc/marxism/engels.htm>.
7. Критические заметки по современной космологии // Марксизм и современность. – 2001. – №3-4. – С.50-61; 2003. – №1-2. – С.78-88.
<http://marx-journal.communist.ru/no20/Ignatov.htm>;
<http://marx-journal.communist.ru/no24/Ignatovich.html>.
8. К дискуссии по физике. Часть 1. Несколько замечаний по поводу материалов выпускника физфака МГУ А.Буслаева // <http://www.kohet.narod.ru/ignobusl.htm>.
9. Марксизм и физика: взгляд с порога XXI века // Марксизм: прошлое, настоящее, будущее: Материалы международной научно-практической конференции «Марксизм, обществоведческая мысль современности и социалистические тенденции развития человечества в XXI веке»: Москва, Институт философии РАН, 22-24 апреля 2002 г. – М.: МАКС Пресс, 2003. – С.448-451; <http://left.ru/2005/11/ignatovich128-2.phtml>.
10. Еще раз о необходимости материалистической диалектики для теоретической физики // Творчість врятує світ: Матеріали 7-ї Міжнародної науково-практичної конференції (22-23 травня 2003 р., Київ). – Київ: Видавництво «Політехніка». – 2003. – С.44-46.

11. К диалектико-материалистической физике космоса // Марксизм и современность. – 2004. – №1. – С. 59–65;
<http://marx-journal.comunist.ru/no26/ignatovich.htm>.

12. Революция в физике XX века: взгляд марксиста // Научное наследие К.Маркса и современные социальные процессы. Материалы международной научной конференции (Киев, 5–6 мая 2004 г.). – Киев: «ЭКМО». – 2004. – С.175–179.

13. «Космология духа» и космология. О значении работы Э. В. Ильенкова «Космология духа» для развития физики космоса / Ильенковские чтения – 2005: Материалы Международной научной конференции «Социальная теория, ее истинность и роль в историческом процессе». Часть 1. – Воронеж: ВГПУ, 2005. – С.130–135.

14. Об отражении классовой борьбы в истории физики XX века // Творчість та освіта у вимірах ХХІ століття: Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (12-13 травня 2005 р., м. Київ). К.: ІВЦ «Видавництво «Екмо», 2005. – С.69–71.

15. Марксисты должны помочь физикам! // Философия и будущее цивилизации: Тезисы докладов и выступлений IV Российского философского конгресса (Москва, 24–28 мая 2005 г.): В 5 т. – Т.5. – М.: Современные тетради, 2005. – С.324–325.

16. Взгляд марксиста на релятивистскую космологию и задачи марксистов в области физики космоса. Первый ответ на статью В. Г. Гамова «По поводу одной статьи в «Марксизме и современности» // http://www.geocities.com/zaschita/Otvet_Gamovu_1.htm.

17. Энгельс не устарел! // <http://left.ru/2005/11/ignatovich128.phtml>.

18. Физики, читайте Герцена! // Марксизм и современность. 2005. – №1–2. – С.108–115.

19. Аналіз парадокса Гіббса // Наукові записки АН Вищої школи України. – 2006. – Т.1. – С.32–37.

20. Значение идей Э. В. Ильенкова для развития теоретической физики // Ильенковские чтения – 2006: Материалы Международной научной конференции. – Киев: НАУ, 2006. – С.293–297.

21. О неоднозначности функции энтропии в классической термодинамике // Одинадцята міжнародна наукова конференція імені академіка М.Кравчука. 18–20 травня 2006 р., Київ: Матеріали конф. – К.: ТОВ «За друга», 2006. – С.114–115.

22. Построение имитационной модели химического источника тока методом восхождения от абстрактного к конкретному // Ильенков и Гегель. Ильенковские чтения – 2007: Материалы IX Международной научной конференции (26–27 апреля 2007 г.). – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ АПСН, 2007. – С.176–177.

23. Материалистическая диалектика – теория и метод научного творчества // Творчість та освіта в інтелектуальних пошуках і практиках сучасності: Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції (17–18 травня 2007 р., м. Київ). Київ: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2007. – С.141–142.

Наукове видання

Ігнатович Володимир Миколайович

Вступ до діалектико-матеріалістичного природознавства

Монографія

(Російською мовою)

Коректор Н. Г. Семенова

Підписано до друку 31 серпня 2007 року

Формат 64x90 1/16

Друк різнограф

Гарнітура UkrainianTimesET

Папір офсетний

Ум. друк. арк. 26,0. Обл.-вид. арк. 24,2.

Тираж 300 прим.

Зам. № 322

Надруковано ПП «ЕКМО», м.Київ