

Русское Космическое Общество
Российская академия естественных наук
Международная Научная школа устойчивого развития имени
П.Г. Кузнецова

Побиск Георгиевич
Кузнецов

Наука развития Жизни
Сборник трудов

Том 2. Постижение закона

Москва – Дубна, 2015

Редакторы:

Большаков Б.Е., Капустян В.М., Петров А.Е.

Составители:

Большаков Б.Е., Попов Е.Б.

Кузнецов П.Г.

Наука развития Жизни: сборник трудов. Том II. Постигание закона / П.Г. Кузнецов. — М.: Русское Космическое Общество, 2015. — 460 с.: ил.

Сборник в 3-х томах включает часть научного наследия П.Г. Кузнецова (1924 – 2000) и охватывает период 1955-2000 гг.

Все работы Побиска Георгиевича — это энциклопедически целостная картина научных знаний о законах развития Жизни как космопланетарного процесса. По этой причине сборник трудов назван «Наука развития Жизни». Он состоит из трёх томов:

- Том 1. Введение.
- Том 2. Постигание закона.
- Том 3. Правильное применение закона.

В первом томе представлены работы, раскрывающие суть идей П.Г. Кузнецова. В качестве приложений дается подробная автобиография и список научных трудов П.Г. Кузнецова за период 1954-2000 гг. и основных публикаций о нем вплоть до 2014 г.

Во втором томе представлены работы по философии, математике, физике и химии (включая фотонику и резонансную теорию катализа), теоретической биологии и медицине.

В третий том вошли разноплановые работы, раскрывающие не только широту и глубину фундаментальных идей П.Г. Кузнецова, но и их прикладную значимость и возможности практического применения в самых разных предметных областях, включая экономику, социологию, психологию, политологию, кибернетику и управление и др.

Многие материалы публикуются впервые. Издание сборника приурочено к 90-летию со дня рождения Побиска Георгиевича.



Содержание

Предисловие	8
ФИЛОСОФИЯ И ЛОГИКА.....	11
Кузнецов П.Г. Выступление на Всесоюзном совещании по философским вопросам естествознания	11
Кузнецов П.Г. Проблема жизни и второй закон термодинамики.....	14
Кузнецов П.Г. Логика противоречий	17
Кузнецов П.Г. Роль работ Э.В. Ильенкова в разработке систем жизнеобеспечения	23
Кузнецов П.Г. Размышление: соответствие предмета — понятию или конструкции — замыслу	29
Кузнецов П.Г. Ильенков и логические формы	40
Кузнецов П.Г. Озарение	44
Кузнецов П.Г. Смысл (или робкие опыты культурной генетики).....	49
Кузнецов П.Г. Придется подвести итог всей жизни	57
Кузнецов П.Г. Литургия «Общее дело»	60
Кузнецов П.Г. Тождество и противоположность грамматических и логических форм	63
Кузнецов П.Г. Зачем нам нужен И. Кант	67
Беляков-Бодин В.И., Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б., Толстопятов А.А. Философия и научная теория	68
МАТЕМАТИКА	76
Кузин Л.Т., Кузнецов П.Г., Петров А.Е. Тензорный анализ сетей Г. Крона и его роль в проектировании систем.....	76

Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б. Спинорный метод решения систем нелинейных алгебраических уравнений.....	89
Кузнецов П.Г. «Количество» и «качество» в математическом языке... 95	
Кузнецов П.Г. О доказательстве последней теоремы Ферма.....	101
Принцип полной редукции как «двойник» принципа полной индукции.....	101
Задача Диофанта и теорема Ферма.....	106
Закон исключенного третьего и первое отрицание.....	108
Кузнецов П.Г. К проблеме оснований математики	112
Кузнецов П.Г. Как понимать Крона?.....	126
Кузнецов П.Г. «Законы сохранения» для длин и углов («протяженность» и «длительность»).....	143
Кузнецов П.Г. История математики — история рождения диалектики математики.....	145
Кузнецов П.Г. Философия и математика: конец противостояния (На пороге третьего тысячелетия)	156
Кузнецов П.Г. Шестая проблема Гильберта и аксиоматическое построение физики.....	189
ФИЗИКА И ХИМИЯ.....	205
Кузнецов П.Г. Еще раз о втором законе термодинамики и «тепловой смерти» Вселенной	205
Кузнецов П.Г. Противоречие между первым и вторым законами термодинамики	212
Кузнецов П.Г. Сила в механике и обобщенные силы термодинамики необратимых процессов.....	232

Кузнецов П.Г. Универсальный язык для формального описания физических законов.....	240
ди Бартини Р.О., Кузнецов П.Г. О множественности геометрий и множественности физик.....	255
Кузнецов П.Г. О работах Канта / Тензорные методы в теории динамических систем / Гамильтон. Форонومية или кинематика	267
Кузнецов П.Г. К вопросу о сущности жизни.....	276
Кузнецов П.Г. Теория организмов против теории механизмов / О синтезе специальной и общей теории относительности (теория физических теорий).....	280
Кузнецов П.Г. Общее различие законов природы и уравнений движения	302
Кузнецов П.Г. Об измерении величин / Философия эквивалентных цепей.....	303
Кузнецов П.Г. Патриарх и Максвелл.....	321
Кузнецов П.Г. Фотоника	325
БИОЛОГИЯ.....	358
Кузнецов П.Г. К истории вопроса о применении термодинамики в биологии	358
Казначеев В.П., Кузнецов П.Г., Набиулин М.С., Субботин М.Я. Некоторые проблемы квантовой биологии и вопросы передачи информации в биологических системах	377
Казначеев В.П., Иванов Г.К., Казанина С.С., Каменская В.В., Кузнецов П.Г., Михайлова Л.П., Набиулин М.С., Субботин М.Я., Шурин С.П., Якобсон Г.С. О роли сверхслабых световых потоков в биологических системах	389
Кузнецов П.Г. Что такое биофизика?.....	395

Кузнецов П.Г. Происхождение жизни и второй закон термодинамики	402
Приложение 1. Переписка П.Г. Кузнецова с учеными.....	412
Ответ на письмо П.Г. Кузнецова в Отдел науки ЦК КПСС (29 марта 1954 г.).....	412
Кузнецов П.Г. Письмо учёному секретарю Академии наук АН СССР В.С. Сафронову (14 апреля 1954 г.).....	414
Кузнецов П.Г. Письмо академику АН СССР В.Г. Фесенкову (30 апреля 1954 г.).....	426
Кузнецов П.Г. Письмо профессору Л. Инфельду (1954 г.).....	437
Кузнецов П.Г. Письмо академику АН СССР А.И. Опарину (25 октября 1956 г.).....	440
Кузнецов П.Г. Письмо заместителю директора Института философии АН СССР М.Э. Омеляновскому (1956 г.).....	441
Кузнецов П.Г. Письмо вице-президенту АН ЭССР Г.И. Наану (1961 г.)	446
Кузнецов П.Г. Письмо профессору МГУ Б.М. Левитану (8 января 1962 г.).....	448
Боголепов В.В. Письмо И.Г. Куракову, М.Е. Поморцеву, Г.А. Лахтину, П.Г. Кузнецову (6 марта 1964 г.).....	449
Лахтин Г.А. Письмо П.Г. Кузнецову (16 марта 1964 г.).....	450
Субботин М.Я. Справка о книге В.П. Казначеева и М.Я. Субботина «Этюды к теории общей патологии». Издательство «Наука», Сибирское отделение (1971 г.).....	451
Лившиц В.Н. Письмо П.Г. Кузнецову (начало 1991 г.).....	452
Приложение 2. Предисловие редактора к I тому «Ученых записок RAAG»	454

Предисловие

Уважаемый читатель!

Вашему вниманию предлагается уникальная по своему замыслу и содержанию серия книг, в которой впервые представлены многие ранее не опубликованные научные работы выдающегося русского ученого и мыслителя Побиска Георгиевича Кузнецова, еще при жизни ставшего легендой.

Трудно представить, чтобы узник сталинских лагерей стал еще в 70-х годах XX века главным конструктором Ставки Верховного главнокомандующего, фактически осуществляя руководство разработкой системы управления страной на Особый период, соединяя в единое целое управление народным хозяйством, вооруженными силами и идеологией, являясь председателем научного совета ВПК СССР по разработке крупномасштабных систем в терминах физических величин.

Академики АН СССР В.М. Глушков, В.С. Семенихин и В.Г. Афанасьев в 1975 г. (подробнее об этом см. с. 200-201 тома I) охарактеризовали научную значимость работ П.Г. Кузнецова следующим образом:

«За период с 1956 по 1975 гг. П.Г. Кузнецовым выполнено более 60 работ в области термодинамики, экономики, кибернетики, биологии, химии, медицины, социологии, психологии. Большая часть работ П.Г. Кузнецова характеризуется тенденцией к интеграции, позволяющей синтезировать идеи из различных областей знания. Такая направленность сочетается с проникновением в сущность наименее разработанных этими науками вопросов и выдвижением оригинальных идей. Несмотря на широкий диапазон исследуемых задач, работы П.Г. Кузнецова подчинены единой общей идее — раскрытию механизма явлений жизни и общества, созданию теоретических основ и практических систем управления объектами народного хозяйства.

<...>

П.Г. Кузнецов обладает способностью использовать при решении сложных научных проблем в одних областях знания и аппарат других наук, зачастую очень удаленных. Это затрудняет немедленное и широкое восприятие, признание и реализацию его идей, но это же и является ценным в научном исследовании, так как именно такой широкий синтез способствует прокладыванию новых путей в науке».

Великий Р.Л. Бартини, которого академик С.П. Королев называл своим учителем, считал П.Г. Кузнецова своим теоретиком. Выдающийся

американский мыслитель, ученый-энциклопедист Линдон Ларуш назвал П.Г. Кузнецова современным русским Леонардо да Винчи, поставил его в ряд с другим выдающимся мыслителем и ученым, академиком В.И. Вернадским.

Сама жизнь постоянно подтверждает правильность и возрастающую с ускорением актуальность его научных идей и открытий.

На сегодня в мире сложилась критическая ситуация — Особый период, когда без практической реализации фундаментальных результатов П.Г. Кузнецова переход к устойчивому развитию Человечества стал невозможен.

Еще при жизни П.Г. Кузнецова аналитическим центром «Концепт» и Государственным университетом «Дубна» была издана книга «Поиск Георгиевич Кузнецов: идеи и жизнь» (составитель и редактор С.П. Никаноров, первое издание — 1999 г., второе издание — 2000 г.).

В 2002 году по результатам проведения двух международных научных симпозиумов (2001-2002), посвященных выдающемуся отечественному ученому П.Г. Кузнецову, был издан в двух частях сборник статей «Инженерия истории», посвященный рассмотрению и развитию разнообразных идей П.Г. Кузнецова.

В 2009 году был опубликован специальный выпуск электронного научного журнала «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление», посвященный 85-летию П.Г. Кузнецова (редакторы — А.Е. Петров, Б.Е. Большаков).

В 2014 году издательством «Концепт» выпускается сборник «Из научного наследия мыслителя» (составитель В.С. Чесноков), содержащий небольшую часть научных работ П.Г. Кузнецова.

29 мая 2014 года в Президиуме РАН состоялась международная научная конференция, посвященная 90-летию выдающегося отечественного ученого П.Г. Кузнецова. Практически во всех выступлениях было отмечено, что П.Г. Кузнецов внес неоценимый вклад в мировое научное наследие и, прежде всего, в развитие идей великих представителей школы русского космизма, таких как Н.Ф. Федоров, Н.И. Лобачевский, Д.И. Менделеев, С.А. Подолинский, Н.А. Умов, К.Э. Циолковский, К.А. Тимирязев, В.И. Вернадский, Р.Л. Бартини. Каждый из них гений, П.Г. Кузнецов — среди них. В преамбуле решения конференции было отмечено: «Без открытий П.Г. Кузнецова прямо противоположные точки зрения равноправны, и нет никаких гарантий продвижения общества к устойчивому развитию. Имеет место топтание на месте — путь к глобальной катастрофе».

Участниками конференции единогласно принято следующее решение:

1. учитывая возрастающую актуальность идей П.Г. Кузнецова в сложных условиях современного мира, *считать научное наследие П.Г. Кузнецова национальным достоянием и интеллектуальным капиталом России*; всеми законными и доступными средствами способствовать тому, чтобы высоконравственное, конструктивное мировоззрение П.Г. Кузнецова воплощалось практически и стало достоянием мировой культуры, помогло человечеству сохранить развитие Жизни как космопланетарного явления;
2. подготовить и регулярно публиковать в сети Интернет материалы из научного архива П.Г. Кузнецова¹;
3. издать сборник избранных научных трудов П.Г. Кузнецова;
4. учитывая многолетний положительный опыт международного сотрудничества и рекомендации ряда международных научных конференций по фундаментальным и прикладным проблемам устойчивого развития, придать международный статус Научной школе устойчивого развития, присвоив ей имя П.Г. Кузнецова.

По существу, предлагаемая серия книг является исполнением решения конференции.

В работе над рукописями, подбором, систематизацией и изданием трудов П.Г. Кузнецова, которые представлены в настоящем сборнике, в разное время принимали участие члены Научной школы и сотрудники кафедры устойчивого инновационного развития Государственного университета «Дубна»: А.Е. Арменский, В.И. Беляков-Бодин, В.М. Капустян, С.И. Курсакин, А.Е. Петров, В.С. Чесноков, Е.Ф. Шамаева, Е.Б. Попов, А.А. Гапонов, К.В. Григорьева, Н.М. Мусина, Д.М. Мади, А.А. Глеугалиева.

Со-руководитель Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова, зав. кафедрой устойчивого инновационного развития Института системного анализа и управления Университета «Дубна», д.т.н., академик РАЕН

Б.Е. Большаков

¹ Публикация материалов осуществляется в разделе «Библиотека» портала Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова: <http://устойчивоеразвитие.pf/index.php?id=230>.

ФИЛОСОФИЯ И ЛОГИКА

Кузнецов П.Г.

Выступление на Всесоюзном совещании по философским вопросам естествознания²

Анализируя выводы, вытекающие из второго закона термодинамики, Энгельс предвидел существование процессов, идущих не в сторону возрастания, а в сторону убывания энтропии. Появление в статистической физике и кибернетике понятия «отрицательная энтропия», или «информация», показывает, что современное естествознание логикой фактов принуждается к выводу, сделанному более полувека назад Энгельсом. Известно, что Энгельс настаивал на существовании такой формы движения, в которой излученная в мировое пространство теплота может снова сосредоточиться и начать активно функционировать.

Возникает мысль: нет ли такой формы движения среди уже известных нам форм? Свойства одной из форм движения материи, которую мы называем «органическая жизнь», весьма напоминает ту форму движения, на существовании которой настаивал Энгельс. Если эта мысль заслуживает внимания, то ученые, исследующие биологические процессы, должны обнаружить отклонения от второго закона термодинамики. Действительно, возникновение понятий «отрицательная энтропия» (Шредингер) и «негэнтропия», т.е. «информация» (Винер), является проявлением термодинамической особенности биологических явлений. Эта мысль находила и находит отражение в целом ряде других работ.

Встает резонный вопрос, почему, рассматривая одни и те же факты и явления, разные ученые приходят к двум прямо противоположным выводам о соотношении биологических явлений и второго закона термодинамики?

С одной стороны, представляется очевидным, что органическая жизнь и есть та форма движения материи, в которой сосредотачивается излученная в мировое пространство теплота и из которой в виде человеческого труда эта теплота начинает вновь чрезвычайно активно функционировать.

С другой стороны, часть ученых, работающих в этой области, еще не пришла к этой точке зрения на природу биологических явлений.

² Текст публикуется согласно изданию: Труды Всесоюзного совещания по философским вопросам естествознания. — М.: АН СССР, 1959. — С. 608-609.

Возвращаясь к вопросу Энгельса о процессах убывания энтропии, то есть о судьбе излученной в мировое пространство теплоты, т. Кузнецов останавливается на исследованиях механизма взаимодействия лучистой энергии и атомно-молекулярных построек вещества. Ближайший пример такого процесса — взаимодействие лучистой энергии Солнца с поверхностью Земли. Результат этого взаимодействия может быть двояким: при действии лучистой энергии вещество может либо нагреваться, либо претерпевать химическое эндотермическое изменение. Если первый тип изменений не представляет интереса, то второй тип изменений — фотохимические эндотермические реакции — заслуживает особого внимания. Процессы этого типа привели к возникновению органической жизни и поддерживают ее существование в настоящее время. Механизм фотохимических эндотермических реакций представляет собою тот невыясненный путь, по которому рассеянная в мировом пространстве лучистая энергия получает возможность снова сосредоточиться.

Такой подход к явлениям жизни позволяет установить причину возникновения органической жизни из неживой природы. Этой причиной является воздействие лучистой энергии. В этом аспекте рассеивающаяся в мировом пространстве лучистая энергия рассматривается нами не как деградированная или обесцененная энергия, а как активная движущая сила эндотермических химических процессов, приводящая к возникновению органической жизни.

Интересно рассмотреть исторический аспект развития как живой, так и неживой природы. В основе развития неживой природы лежит процесс дифференциации материи от нейтронного и донейтронного строения через образование ядер химических элементов, через образование нормальных атомов к молекулярному и кристаллическому строению типа геологических формаций поверхности Земли. Следствием или внешним проявлением этого процесса дифференциации материи является выделение лучистой энергии в мировое пространство. Наука ранее наметила и зафиксировала свое внимание на внешней стороне или на внешнем проявлении этого исторического процесса — рассеянии энергии. Рассеяние энергии, сопровождающее процесс дифференциации материи, было возведено в ранг закона — «второго закона термодинамики», или «закона возрастания энтропии».

В процессе развития материи возникают отдельные небесные тела, имеющие в наличии атомно-молекулярные постройки неорганических веществ. С течением времени растет и плотность выделенной в мировое

пространство лучистой энергии. В атомно-молекулярных постройках возникает вещественная предпосылка к возникновению органических веществ, о которой не может быть и речи в плазме звезд. В возрастающей плотности лучистой энергии возникает энергетическая предпосылка протекания эндотермических химических процессов, характерных для живой природы. Органические вещества накапливают лучистую энергию в форме химической энергии белковых тел. Под действием лучистой энергии возникает и необратимо развивается органическая жизнь. Противоположность между процессами развития живой и неживой природы сводится к роли лучистой энергии.

Если в неживой природе лучистая энергия является шлаком, своеобразным отбросом дифференциации вещества, то по отношению к явлениям органической жизни она становится причиной, обуславливающей возникновение и развитие живой природы.

В заключение т. Кузнецов дает такое определение: органическая жизнь — это форма движения материи, возникающая под действием излученной в мировое пространство теплоты; форма движения, в которой теплота получает возможность снова сосредоточиться и начать активно функционировать, развиваясь до высшей формы этой активности в виде человеческого труда.

Кузнецов П.Г.

Проблема жизни и второй закон термодинамики³

Многочисленные попытки перечислить отличия живого от неживого приводят к указанию свойств, наблюдаемых в живой природе, но не к выделению существенного различия, проявляющегося как противоположность (см. В.И. Ленин, Соч., Т. 38, с. 132). Такое существенное различие должно составлять некоторый общий закон явлений, характерный для неживой природы, и другой, противоположный, не менее общий закон, характерный для живой природы. Утверждение, что законы живой и неживой природы — это законы физики и химии, приводит к механицизму. Если же законы биологии противопоставить как «надприродные» неживой природе, то из правильной предпосылки качественного своеобразия живого мы переходим на позиции витализма. Выход из положения состоит в том, чтобы указать закономерность, обуславливающую происхождение жизни из неживой природы и определяющую ее своеобразие.

Общность явлений живой и неживой природы состоит, во-первых, в том, что все живые и неживые тела слагаются из одних и тех же атомов химических элементов, во-вторых, в том, что и в живой и в неживой природе действует закон сохранения энергии. Следовательно, можно утверждать, что неживая природа каким-то путем передает энергию живой природе.

Однако существует еще один весьма общий закон природы — это второй закон термодинамики, попытка использования которого для объяснения явлений жизни привела к ряду трудностей. «Сложнее обстоит дело со вторым законом, выражающим статистическую тенденцию природы к беспорядку, тенденцию к выравниванию и таким образом к обесцениванию энергии в изолированных системах, что обычно выражается как возрастание энтропии.

...В противоположность этому в организмах не только не происходит нарастания энтропии, но даже возможно ее уменьшение. Таким образом, как будто бы получается, что основным законом физики является тенденция к беспорядку, увеличение энтропии, а основным законом биологии, напротив, рост организованности — уменьшение энтропии» (Опарин А.И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие,

³ Текст публикуется согласно изданию: Философская энциклопедия. Т. 2. Дизъюнкция — комическое. — М.: Гос. науч. изд-во «Советская энциклопедия», 1962. — С. 133-134.

1960, с. 17).

По отношению ко второму закону термодинамики явления жизни противоположны протеканию явлений в неживой природе. Этот вывод следует и из анализа второго закона термодинамики, сделанного Энгельсом: «...излученная в мировое пространство теплота должна иметь возможность каким-то путем... снова сосредоточиться и начать активно функционировать» (Диалектика природы, 1955, с. 20). Эта особенность живого привлекала внимание ученых еще с конца XIX в. Так, в 1886 г. Л. Больцман говорил: «Всеобщая борьба за существование, охватывающая весь органический мир, не есть борьба за вещество: химические элементы органического вещества находятся в избытке в воздухе, воде и земле; это также не борьба за энергию,— она, к сожалению, в непревратимой форме, в форме теплоты, щедро рассеяна во всех телах; это борьба за энтропию, становящуюся доступной при переходе энергии от пылающего солнца к холодной земле» (цит. по кн.: Тимирязев К.А., Избр. соч., т. 1, 1948, с. 564). С этим выводом солидаризировался и конкретизировал его К.А. Тимирязев, который увидел в хлорофилле посредника между рассеивающейся в мировом пространстве лучистой энергией и энергией органических веществ, возникающих в растениях под действием света (см. там же).

Возникновение живой природы из неживой происходит исторически на некотором этапе развития природы, поэтому естественно, что проблема принципиального их отличия вообще и конкретно применительно ко второму началу термодинамики привлекла внимание геохимии. Геохимия рассматривает жизнь как специфическое образование на поверхности Земли, которое носит название биосферы, и исследует наиболее общие и наиболее существенные стороны жизни с точки зрения ее распространения на Земле и взаимодействия с другими формами движения материи в том виде, как они конкретно существуют на нашей планете. В этом смысле геохимическая точка зрения оказывается ближе к широкому охвату всех проявлений жизни от деятельности бактерий до геохимических изменений, вызываемых промышленной деятельностью человека. При таком анализе явлений жизни, т.е. при сравнении энергетики живой и неживой природы, как раз и обнаруживается особый характер энергетики биосферы, обеспечивающий качественное отличие живого от неживого.

Наиболее полное представление о жизни как процессе накопления действенной энергии и о воздействии накопленной энергии на неживую природу было развито создателем биогеохимии В.И. Вернадским. «В

своей совокупности животные и растения, вся живая природа представляет природное явление, противоречащее в своем эффекте в биосфере принципу Карно в его обычной формулировке. Обыкновенно в земной коре в результате жизни и всех ее проявлений *происходит* увеличение *действенной энергии*... Энтропия Клаузиуса не имеет реального существования; это не факт бытия, это математическое выражение, полезное и нужное, когда оно дает возможность выражать природные явления на математическом языке. Оно верно только в пределах посылок. Отклонение такого основного явления, каким является живое вещество в его воздействии на биосферу..., от принципа Карно указывает, что *жизнь* не укладывается в посылки, в которых энтропия установлена» (Избр. соч., т. 1, 1954, с. 219-220).

Можно продолжить список ученых, обнаруживших противоположность протекания природных явлений в живой и неживой природе с точки зрения второго закона термодинамики, т.е. принимающих за основной закон биологии «антиэнтропийный» характер биологических явлений. Во всяком случае, можно с уверенностью утверждать, что характер отношения ко второму закону термодинамики энергетических процессов в неживой природе и в живых организмах (в которых они осуществляются как обмен веществ) образует существенную противоположность протекания процессов в живой и неживой природе. Открытым вопросом остается проблема того, как осуществляется в природе переход от процессов возрастания энтропии к процессам убывания энтропии. Положение еще более осложнено тем, что еще нет точного определения, что такое энтропия. (Этот вопрос не следует путать с вопросом о способе вычисления энтропии). Не понимая, «что» возрастает в неживой природе, нельзя понять и «что» убывает в явлениях жизни. Однако можно указать действительного посредника между двумя законами; этим посредником является лучистая энергия. Выделение лучистой энергии в мировое пространство является следствием второго закона термодинамики. Воздействие лучистой энергии на атомно-молекулярные структуры вещества вызывает его перестройку с возникновением органических веществ живой природы. Это воздействие лучистой энергии, которое осуществляется извне и проявляется в явлениях жизни как воздействие среды, является, видимо, причиной «антиэнтропийных» процессов.

Кузнецов П.Г.
Логика противоречий⁴

Извините меня за небольшую «вводную»: в 1973 году Эвальд меня приструнил по поводу сравнения «воображаемой геометрии» Лобачевского с диалектическим отрицанием. Он утверждал, что хотя старая геометрия Евклида сохраняется, новая геометрия служит своеобразным «антитезисом», а их объединение в ПАНгеометрию — «синтезисом», но это не НАСТОЯЩЕЕ диалектическое отрицание. Я, как всегда, «забегался», но он меня озадачил: «Слушай, Побиск, где-то в математике, в ней самой, внутри её, ДОЛЖНЫ БЫТЬ противоречия». Я ему говорю, что это не может быть, потому что математики так гордятся «непротиворечивостью» своих теорий. А он мне замечает: «Если бы там не было противоречий, то математика, как наука, не могла бы развиваться. Она развивается. Следовательно, она содержит противоречия».

Ещё за четыре месяца до его смерти я нашёл место, которое скрывает эти противоречия — им оказались АКСИОМЫ или в работах по алгебре и математической логике — это ИСХОДНЫЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ФОРМУЛЫ. Более того, эти математические «исходные правильные формулы» принимаются в математике «конвенционально», т.е. по «общему согласию». Они не подлежат математическому «доказыванию», так как это математически сделать вообще невозможно.

Теперь мне сказать, что «я ввожу аксиомы... чего-то» — всё равно, что быку показать красную тряпку: заводжусь «с пол-оборота».

Все аксиомы представляют собой «логическую форму», названную Гегелем «суждением». А все суждения не являются логической формой, в которой выражается истина (последняя по Канту есть «соответствие ПОНЯТИЯ — ПРЕДМЕТУ»). Очевидно, даже без рассмотрения, что «аксиомы биологии» характеризуют «докантовскую эпоху» научно-теоретического (философского) мышления. Это означает, что «эталон научности» — геометрия. Здесь и «зарыта собака»: «математическое» (геометрические) мышление и «метафизическое» мышление — это родные сёстры — они имеют дело с «АТОМАМИ». «АТОМ» математический можно понимать как «абсолютно неизменный объект»,

⁴ Текст публикуется согласно рукописи, датированной 1980-ми гг. (более точная датировка затруднительна). Данный текст представляет собой отзыв на кн.: Медников Б.М. Аксиомы биологии. — М.: Знание, 1982. Публикуется впервые.

т.е. такой объект, который НЕ ЗАВИСИТ ОТ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.

«АТОМ» метафизиков, рождённый Демокритом и Эпикуром, как и математический, не подвержен действию текущего ВРЕМЕНИ. Мир метафизика — это мир «перестановок атомов». В таких «мирах» нет РАЗВИТИЯ, так как всё «новое» есть только «перестановка» неизменных атомов. Любой мир «атомов», как «тождественный сам себе», вполне управляется формальной логикой и, разумеется, НЕ ДОЛЖЕН содержать ПРОТИВОРЕЧИЙ. Но... как же в этот «неизменный мир» вернуть ВРЕМЯ? Хотя бы для того, чтобы могли происходить ПЕРЕСТАНОВКИ атомов. Если «атомы» сложить ПЛОТНО (синоним — КАТЕГОРИЯ «НЕПРЕРЫВНО»), то они не смогут двигаться. Гипотеза «атомов» ТРЕБУЕТ С НЕОБХОДИМОСТЬЮ введения ПУСТОТЫ, которая и может рассматриваться как УСЛОВИЕ для перемещений. Без этого УСЛОВИЯ никакое ДВИЖЕНИЕ оказывается НЕВОЗМОЖНЫМ. Необходимое и достаточное УСЛОВИЕ движения приобретает, таким образом, вид ПУСТОТЫ («НИЧТО» Гегеля).

Если условие «ПУСТОТЫ» оказывается ОСНОВАНИЕМ для движения атомов, то не окажется ли в самой математике КАТЕГОРИАЛЬНО-ПОДОБНОГО условия «ПУСТОТЫ»? Вот мы и получили фундаментальный вывод: неизменные объекты-атомы математики связаны с «математическим движением» через «пустоту», которая имеет вид НУЛЯ или ПУСТОГО МНОЖЕСТВА в теоретико-множественных конструкциях.

Вывод является фундаментальным именно потому, что мы не будем обращать внимания на математические атомы, свойства которых «неизменны», а вот вопрос о том, что такое «нуль» и «пустое множество» в математике — мы подвергнем тщательному рассмотрению. По «нашей домашней договорённости», которую не обязательно разглашать, ВСЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАЛЕКТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ переходят в логику математическую через ЭТОТ и только через ЭТОТ элемент. Хотя Вы и не любите формул, но я постараюсь ограничить себя только тремя: $1 + 1 = 2$; $1 + 1 = 1$; $1 + 1 = 0$.

Сделаем «одну операцию», которая состоит в переносе всех членов в левую часть (с обычным изменением знака), чтобы в правой части везде стоял «нуль». В нашей последней формуле этого делать не надо, так как её «СМЫСЛ» раскрывается в «обратном движении» и соответствует логической форме суждения: «Положительное есть отрицательное».

Итак, переносим цифру 2 из правой части в левую, имеем:

$(1 + 1) - 2 = 0$,
или $2 - 2 = 0$,
или $3 - 3 = 0$,
или, вообще $K - K = 0$.

Вернёмся к последней формуле:

$1 + 1 = 0$,
или $2 + 2 = 0$,
или $3 + 3 = 0$,
или, вообще $K + K = 0$.

Что же такое получается? Это ОДИН И ТОТ ЖЕ «нуль» или это РАЗНЫЕ «нули»? Если «нуль» один и тот же, то тогда знаки « \Leftarrow » РАЗНЫЕ?

Не лучше дело обстоит и со второй формулой:

$(1 + 1) - 1 = 0$.

А здесь что делается? Здесь, выходит, «единицы» РАЗНЫЕ? Последнее выражение можно привести к общему виду в форме:

$(2 \times K) - 1 = 0$

(читается хорошо нам известное «ЕДИНСТВО есть МНОГОЕ» или «единство в многообразии»). Самый же невероятный результат, когда я беру произведение ВСЕХ ТРЁХ ФОРМУЛ (что соответствует «конъюнкции аксиом»):

$(K - K) \times (K + K) \times ((2 \times K) - 1) = 0$.

Эта формула (по правилам алгебры — произведение «нулевых сомножителей» равно «нулю») — совершенно неприемлема для «наивного математика», хотя я всё делал по «правилам» самой математики.

Практически это означает, что любое «новое противоречие», которое имеет вид некоторой правильной формулы, я ВСЕГДА могу «засунуть» в математическую теорию с помощью «нуля». Если $A = B$, то, переписывая в виде $A - B = 0$, и эту чушь можно засунуть в предыдущую формулу.

Мораль этой басни весьма проста: все диалектические противоречия математики объявляют «исходными правильными формулами» и с помощью такого нехитрого приёма вставляют в свои математические теории. Поистине, «пустота» содержания — подлинный источник «движения» математической мысли. Можно развлекаться, изготавливая одну математическую теорию за другой, поскольку... лет через тысячу... вдруг... кому-нибудь это понадобится, и он скажет: «Вот,

жил когда-то великий математик, который сделал ту теорию, которая нам сейчас как раз и нужна».

Так обстоят дела с математическими теориями. Теперь ещё одно пояснение. Всё «математические объекты» обладают свойством оставаться тождественными «самим себе». Это свойство записывается $A = A$. Однако не удаётся построить математическую теорию без «пустого множества», без «пустого класса» или без «нуля». Свойство элементов «пустого множества», «пустого класса» (а из-за этого и «нуля») записывается ИНАЧЕ — это множество элементов, которые НЕ-ТОЖДЕСТВЕННЫ сами себе, т.е. $A \neq A$.

Именно в этом «множестве» и находятся все исходные правильные формулы только потому, что у них ЛЕВАЯ ЧАСТЬ от знака равенства отличается от ПРАВОЙ ЧАСТИ по «НАПИСАНИЮ» или по «ОБОЗНАЧЕНИЮ». Не зная КОНКРЕТНЫХ ПРОТИВОРЕЧИЙ, характеризующих изучаемый предмет, НЕВОЗМОЖНО угадать правильную запись данного противоречия.

То, что называлось выше «исходной правильной формулой», является термином алгебры и математической логики. В языке геометрии это и называется «АКСИОМОЙ» или «ПОСТУЛАТОМ».

Поскольку «геометрические объекты» являются, одновременно, и «математическими объектами», то они обладают «свойством» оставаться тождественными самим себе. Только для таких объектов и можно писать АКСИОМЫ: если наш автор написал «аксиомы», то он объявил «субъект» и «предикат» логической формы суждения в «тождество». Такое «математическое описание логики» впервые было сделано в 1753 г. Плуке. По поводу исчисления Плуке наш добрый старик Гегель написал:

«ИСЧИСЛЕНИЕ ПЛУКЕ применило, без сомнения, самый последовательный приём, с помощью которого отношение умозаключения поддаётся вычислению. Это исчисление основано на том, что в суждении абстрагируются от различия отношений, [т.е.] от различия между единичностью, особенностью и всеобщностью, и фиксируют АБСТРАКТНОЕ ТОЖДЕСТВО субъекта и предиката, в силу чего между ними устанавливается МАТЕМАТИЧЕСКОЕ РАВЕНСТВО — соотношение, которое превращает акт умозаключения в совершенно бессодержательное и тавтологическое образование предложений.

В предложении «роза красна» предикат, согласно этому учению, означает не красный цвет вообще, а лишь определённый КРАСНЫЙ ЦВЕТ РОЗЫ; в предложении «все христиане люди» предикат должен означать лишь тех людей, которые суть христиане; из него и из

предложения «евреи не христиане» следует заключение, которое не расположило к этому силлогистическому исчислению Мендельсона: «Следовательно, евреи не люди» (именно не те люди, которые суть христиане).

Плуке считает, что его изобретение приносит следующую пользу:
(длинная цитата по латыни — П.К.)

Это указание, что невежд можно с помощью исчисления МЕХАНИЧЕСКИ научить всей логике, есть худшее из того, что можно сказать о каком-либо изобретении, касающемся изложения логической науки» (Гегель Г.В.Ф. Наука логики, т. 3, стр. 131).

Первая «аксиома» при переходе от грамматической к ЛОГИЧЕСКОЙ форме суждения принимает вид:

Субъект		Предикат
«Живой организм»	есть	«генетическая программа»

Это будет «суждение по ФОРМЕ». Если поменять местами субъект и предикат (*это хулиганство, но здесь я не совсем чист — П.Г.*), то получим:

«генетическая программа»	есть	«живой организм»
--------------------------	------	------------------

Теперь проблема «возникновения жизни» приняла вид проблемы «возникновения генетической программы». После этого можно цитировать автора:

«Осмелюсь утверждать, что этих положений достаточно (как говорят математики: необходимо и достаточно) для объяснения всех феноменов живой природы — от возникновения первого сократимого волокна или первой молекулы фермента до становления мыслящего мозга».

Прервём цитату. Бедные классики истории философии, что было бы, если бы они знали, что «живой организм» есть «генетическая программа»...

Но вернёмся к аксиомам. Продолжим их логический анализ. Здесь есть трудности, ибо из грамматических форм, лишённых мысли, довольно трудно извлекать СМЫСЛ.

Аксиома 2 состоит из ДВУХ положений:

1 положение «генетическая программа есть неизменна» — что соответствует грамматической форме, что «генетические программы не возникают заново». А как же нам быть с самой ПЕРВОЙ «генетической

программой», а заодно и с возникновением жизни? Сие известно только автору.

2 положение «генетическая программа есть реплицируема». Объяснение о «репликации матричным способом» ничего не объясняет в самом процессе «репликации». Что такое «репликация»? Дубликат генетической программы? Если дубликат, то ТОЧНЫЙ или НЕ-ТОЧНЫЙ?

Нечто похожее на ответ содержится в аксиоме 3.

«В процессе репликации неизбежны ошибки на микроуровне, СЛУЧАЙНЫЕ (!) и НЕПРЕДСКАЗУЕМЫЕ (!) ИЗМЕНЕНИЯ генетических программ».

Теперь мы можем понять, наконец, что такое «репликация». Репликация — это когда иногда получается ТОЧНЫЙ ДУБЛИКАТ, а иногда НЕ-ТОЧНЫЙ ДУБЛИКАТ. Когда получается ТОЧНЫЙ дубликат, мы имеем дело с воспроизводством (точнее, с расширенным воспроизводством) «генетической программы». Когда получается НЕ-ТОЧНЫЙ ДУБЛИКАТ... мы имеем дело со всеми феноменами живой природы от возникновения первого мышечного волокна... до становления мыслящего мозга.

Таким образом, чтобы действовать в соответствии и объективными закономерностями ЭВОЛЮЦИИ (т.е. ИЗМЕНЕНИЯ) форм жизни, нам необходимо сосредоточить своё внимание на факте получения НЕ-ТОЧНЫХ ДУБЛИКАТОВ. Ну, а здесь всё как нельзя просто... Поскольку эти изменения СЛУЧАЙНЫ и НЕПРЕДСКАЗУЕМЫ, то... все феномены жизни объясняются... случайностью и непредсказуемостью.

После того, как феномены жизни автор объяснил случайность и непредсказуемостью, то и четвёртая аксиома, во избежание нарушения «строгого логического следования» вывода может рассматриваться как «случайная и непредсказуемая».

Какое блестящее знание автором конкретного биологического материала просто пропадает на фоне элементарного философского... невежества.

Не пошёл впрок урок великого Канта для создателей «аксиоматических» биологий, экономик, социологий...

Напрасно автор надеется услышать «хор возмущённых голосов» по поводу «редукционизма» — такого не будет. Но он может услышать, что в научно-теоретическое мышление (т.е. в философию) так же, как и в геометрию, НЕТ ЦАРСКОГО ПУТИ.

Кузнецов П.Г.

Роль работ Э.В. Ильенкова в разработке систем жизнеобеспечения⁵

«...окончательный продукт всей работы в области философской диалектики — решение конкретных проблем конкретных наук».

Э.В. Ильенков

В настоящее время, когда появилось много американских «кепи» с длинными козырьками, я вспомнил старый анекдот — анекдот «с бородой» о мудром чукче. Чукча заказал себе кепку с четырьмя длинными козырьками: один спереди, один сзади и два по бокам. Его спрашивают: «А зачем тебе кепка с четырьмя козырьками?». Мудрый чукча ответил: «Первый, что спереди — это чтобы солнце глаза не слепило. Второй, что сзади, чтобы дождик за шиворот не попадал. А два, что по бокам, чтобы «жёлтая пресса» мне «лапшу» на уши не вешала». Далеко не все народы нашей страны последовали совету мудрого чукчи и теперь страдают не только от «жёлтой прессы», но и от «жёлтого телевидения», поскольку ничем не защищены от той «лапши, которую им вешают на уши». Обрушивая на читателя и слушателя уйму АБСТРАКТНЫХ терминов (из смеси английского с нижегородским), «информаторы» пытаются внушить нам мысль об умственной неполноценности. Жалея своих сограждан, я решил познакомить их с работами одного из моих друзей и одним из «Духов Великих Предков». Мой покойный друг и товарищ, чье 70-летие мы отмечаем 17 февраля (хотя он родился ровно на три месяца раньше меня — 18 февраля 1924 года), в своё время разнёс «антикварное почтение к абстрактному», используя работу Г.В.Ф. Гегеля 1807 года. Он, как я, прошел Отечественную войну «ванькой-взводным», тоже командуя взводом разведки, но не в танковой бригаде, что довелось мне, а в артиллерийском полку. Имеется фотография (в книге «Философия и культура»), где старший лейтенант Эвальд Ильенков попирает сапогом рейхстагского льва в Берлине. С войны он привёз единственный трофей — пишущую машинку «Мерседес», на которой и написаны все его философские работы, разъясняющие культуру научного мышления, которой владели

⁵ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному февралем 1994 г. Публикуется впервые.

Маркс и Ленин. Принятое на вооружение современной прессой словосочетание — «красно-коричневые» — вполне оправдывается жизнью Эвальда Ильенкова. Все его работы по марксизму написаны на пишущей машинке, которая появилась у Ильенкова из... БУНКЕРА ГИТЛЕРА!

Именно эта забавная история и заставила меня воспроизвести работу Гегеля в переводе Эвальда Васильевича. Именно он как раз и усмотрел в РАЗВИТИИ работ по конкретизации замысла разработки систем жизнеобеспечения известный метод «восхождения от абстрактного к конкретному». Поскольку этот термин употребляется мною в материалах 24 февраля, я счёл необходимым привлечь внимание читателей к проблеме: «КТО МЫСЛИТ АБСТРАКТНО?». Ниже идёт длинный текст самого Гегеля: Г.В.Ф. Гегель. Работы разных лет. Т. 1. — М.: Мысль, 1970. — стр. 387-392 (примерно 1807 год).

«КТО МЫСЛИТ АБСТРАКТНО?»

Мыслить? Абстрактно? *Sauve qui peut!* — «Спасайся, кто может!» — наверняка завопит тут какой-нибудь наёмный осведомитель, предостерегая публику от чтения статьи, в которой речь пойдет про «метафизику». Ведь «метафизика» — как и «абстрактное» (да, пожалуй, как и «мышление») — слово, которое в каждом вызывает более или менее сильное желание удрать подальше, как от чумы.

Спешу успокоить: я вовсе не собираюсь объяснять здесь, что такое «абстрактное» и что значит «мыслить». Объяснения вообще считаются в порядочном обществе признаком дурного тона. Мне и самому становится не по себе, когда кто-нибудь начинает что-либо объяснять, — в случае необходимости я и сам сумею всё понять. А здесь какие бы то ни было объяснения насчёт «мышления» и «абстрактного» совершенно излишни; порядочное общество именно потому и избегает общения с «абстрактным», что слишком хорошо с ним знакомо. То же, о чём ничего не знаешь, нельзя ни любить, ни ненавидеть. Чуждо мне и намерение примирить общество с «абстрактным» или с «мышлением» при помощи хитрости — сначала протащив их туда тайком, под маской светского разговора, с таким расчётом, чтобы они прокрались в общество, не будучи узанными и не возбудив неудовольствия, затесались бы в него, как говорят в народе, а автор интриги мог бы затем объявить, что новый гость, которого теперь принимают под чужим именем как хорошего знакомого, — это и есть то самое «абстрактное», которое раньше на порог не пускали. У таких «сцен узнавания», поучающих мир против его желания, тот непростительный просчёт, что они одновременно конфузят

публику, тогда как театральный машинист хотел бы своим искусством снискать себе славу. Его тщеславие в сочетании со смущением всех остальных способно испортить весь эффект и привести к тому, что поучение, купленное подобной ценой, будет отвергнуто.

Впрочем, даже и такой план осуществить не удалось бы: для этого ни в коем случае нельзя разглашать заранее разгадку. А она уже дана в заголовке. Если уж замыслил описанную выше хитрость, то надо держать язык за зубами и действовать по примеру того министра в комедии, который весь спектакль играет в пальто и лишь в финальной сцене его расстёгивает, блистая Орденом Мудрости. Но расстёгивание метафизического пальто не достигло бы того эффекта, который производит расстёгивание министерского пальто, — ведь свет не узнал бы тут ничего, кроме нескольких слов, — и вся затея свелась бы, собственно, лишь к установлению того факта, что общество давным-давно этой вещью располагает: обретено было бы, таким образом, лишь название вещи, в то время как орден министра означает нечто весьма реальное, кошель с деньгами.

Мы находимся в приличном обществе, где принято считать, что каждый из присутствующих точно знает, что такое «мышление» и что такое «абстрактное». Стало быть, остаётся лишь выяснить, КТО мыслит абстрактно. Как мы уже упоминали, в наше намерение не входит ни примирить общество с этими вещами, ни заставлять его возиться с чем-либо трудным, ни упрекать за легкомысленное пренебрежение к тому, что всякому наделенному разумом существу по его рангу и положению приличествует ценить. Напротив, намерение наше заключается в том, чтобы примирить общество с самим собой, поскольку оно, с одной стороны, пренебрегает абстрактным мышлением, не испытывая при этом угрызений совести, а с другой — всё же питает к нему в душе известное почтение, как к чему-то возвышенному, и избегает его не потому, что презирает, а потому, что его принимают за нечто знатное или же наоборот, за нечто особенное, что французы называют “*espece*”, чем в обществе выделяться неприлично, и что не столько выделяет, сколько отделяет от общества или делает смешным, вроде лохмотьев или чрезмерно роскошного одеяния, разобранного драгоценными камнями и старомодными кружевами.

Кто мыслит абстрактно? — Необразованный человек, а вовсе не просвещённый. В приличном обществе не мыслят абстрактно потому, что это слишком просто, слишком неблагородно (неблагородно не в смысле принадлежности к низшему сословию), и вовсе не из тщеславного

желания задира́ть нос перед тем, чего сами не умеют делать, а в силу внутренней пустоты этого занятия.

Почтение к абстрактному мышлению, имеющее силу предрассудка, укоренилось столь глубоко, что те, у кого тонкий нюх, заранее почуют здесь сатиру или иронию, а поскольку они читают утренние газеты и знают, что за сатиру назначена премия, то они решат, что мне лучше постараться заслужить эту премию в соревновании с другими, чем выкладывать здесь все без обиняков.

В обоснование своей мысли я приведу лишь несколько примеров, на которых каждый сможет убедиться, что дело обстоит именно так.

Ведут на казнь убийцу. Для толпы он убийца — и только. Дамы, может статься, заметят, что он сильный, красивый, интересный мужчина. Такое замечание возмутит толпу: как так? Убийца — красив? Можно ли думать столь дурно, можно ли называть убийцу — красивым? Сами, небось, не лучше! Это свидетельствует о моральном разложении знати, добавит, быть может, священник, привыкший глядеть в глубину вещей и сердец.

Знаток же человеческой души рассмотрит ход событий, сформировавший преступника, обнаружит в его жизни, в его воспитании влияние дурных отношений между его отцом и матерью, увидит, что некогда этот человек был наказан за какой-то незначительный проступок с чрезмерной суровостью, ожесточившей его против гражданского порядка, вынудивший к сопротивлению, которое и привело к тому, что преступление сделалось для него единственным способом самосохранения. Почти наверняка в толпе найдутся люди, которые — доведись им услышать такие рассуждения — скажут: да он хочет оправдать убийцу! Помню же я, как некий бургомистр жаловался в дни моей юности на писателей, подрывающих основы христианства и правопорядка; один из них даже осмелился оправдывать самоубийство — подумать страшно! Из дальнейших разъяснений выяснилось, что бургомистр имел в виду «Страдания юного Вертера».

Это и называется «мыслить абстрактно» — видеть в убийце только одно абстрактное — что он убийца, и называнием такого качества уничтожить в нём всё остальное, что составляет человеческое существо».

Предлагаю читателям дочитать эту работу великого Гегеля, о котором принято говорить, что его работы «абстрактны». Именно с Гегеля история философии стала считать ИСТИНУ только тогда ИСТИНОЙ, когда она КОНКРЕТНА.

Превращение ЗАМЫСЛА Главного или Генерального конструктора в любой системе военно-промышленного комплекса любой страны, где осуществляется превращение ЗАМЫСЛА в то, что реализовано, в КОНКРЕТНЫЙ МАТЕРИАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ, что это ПРЕВРАЩЕНИЕ и есть «метод восхождения от абстрактного к конкретному». Пора Главным и Генеральным конструкторам узнать (как герою Мольера, обнаружившему, что он говорит «прозой»), что они в своих разработках пользуются методом Гегеля.

Именно в методе восхождения от абстрактного к конкретному и состояло участие нашего Эвальда Ильенкова в работах по разработке «систем жизнеобеспечения», заданных в работах, которые считались секретными. Первое задание, с которым я знакомил Эвальда, было задание на проектирование ПОЛНОЙ ЗАМКНУТОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛУННОЙ СТАНЦИИ. Это происходило это в 1965 году (С.П. КОРОЛЁВ еще был жив).

После смерти С.П. Королёва Генеральным конструктором стал В.П. Мишин.

Через некоторое время выяснилось, что у нашей страны не хватает средств для лунной ракеты, которую ещё при С.П. Королёве разрабатывало КБ В.П. Мишина. Об этой ракете стало публично известно лишь в день космонавтики два года тому назад.

Академик В.В. Парин, с которым мы дружили ещё в «местах не столь отдаленных», и был главным конструктором системы жизнеобеспечения этой лунной станции. Задание на разработку выглядело более чем «абстрактно» именно в философском смысле. «Сделайте всё так, чтобы космонавтике было ХОРОШО!». Вот и всё, что было в задании! «А что там должно быть?» — спросил Парин. «А на то Вы и наука, чтобы установить, что именно там должно быть и как именно это все можно устроить!».

Я не гарантирую точность этого диалога, но за содержание или за СМЫСЛ его я ручаюсь.

Здесь-то я и отправился к Эвальду. На языке «технарей» это превращение «замысла» в материализованную конструкцию называется «построением дерева ЦЕЛЕЙ». На языке, известном в школе философов Ильенкова — это называется «восхождением от абстрактного к конкретному». Но сам этот процесс управляется РАЗМЫШЛЕНИЕМ с использованием ЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ. Поскольку об участии Эвальда я буду говорить сам, то я лишь назову те логические формы, которые находятся в разработке СЕГОДНЯ. Основное ПРОТИВОРЕЧИЕ, которое

разрешается ЧЕЛОВЕЧЕСТВОМ в настоящий момент — это противоречие между товарным (денежным) фетишизмом, имеющим имя МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВАЛЮТНЫЙ ФОНД и... ЧЕМ-ТО, что должно быть НАЗВАНО, как его полная ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЬ. Этот термин будет известен как «ФИЗИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА», т.е. как НАУКА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА КАК ЦЕЛОГО. Для знатоков работ Ильенкова я предлагаю некую тематику. Следует рассмотреть (для философов) четыре шага работы с логической формой, которая порождена категориальной парой: МОНЕТАРНАЯ СИСТЕМА — ФИЗИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА. Подлинные ученики Э.В. Ильенкова — могут понять, о чём здесь идет речь, а для тех, кто ЗАТРАВИЛ Великого Философа нашей эпохи — этого и знать не надобно. Работы Э.В. Ильенкова — неотъемлемая часть разработки СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ЗЕМЛИ И БУДУЩИХ ПОКОЛЕНИЙ В БЕЗГРАНИЧНОМ КОСМОСЕ.

Кузнецов П.Г.

Размышление: соответствие предмета — понятию или конструкции — замыслу⁶

Естественно предполагать, что в философии, прежде чем приступить к самой сути дела, т.е. к действительному познанию того, что поистине есть, необходимо заранее договориться относительно познания, рассматриваемого как орудие, с помощью которого овладевают абсолютным, или как средство, при помощи которого его видят насквозь. Эта предусмотрительность, по-видимому, оправдана, с одной стороны, тем, что бывают различные виды познания, и среди них один бы мог оказаться пригоднее другого для достижения конечной цели, стало быть, возможен и неправильный выбор между ними, — с другой стороны, она оправдана и тем, что, так как познание есть способность определенного вида и масштаба, то при отсутствии более точного определения его природы и границ, вместо неба истины можно овладеть облаками заблуждения. Эта предусмотрительность может, пожалуй, даже превратиться в убеждение, что все начинание, имеющее своей целью посредством познания сделать достоянием сознания то, что есть в себе, нелепо в понятии своем и что между познанием и абсолютным проходит граница, просто разобщающая их. Ибо если познание есть орудие для овладения абсолютной сущностью, то сразу же бросается в глаза, что применение орудия к какой-нибудь вещи не оставляет ее в том виде, в каком она есть для себя, а, напротив, формирует и изменяет ее. Или, если познание не есть орудие нашей деятельности, а как бы пассивная среда, сквозь которую проникает к нам свет истины, то и в этом случае мы получим истину не в том виде, в каком она есть в себе, а в том, в каком она есть благодаря этой среде и в этой среде. В обоих случаях мы пускаем в ход средство, которым непосредственно порождается то, что противоположно его цели; или нелепость заключается скорее в том, что мы вообще пользуемся каким-либо средством. Правда, может казаться, будто этот недостаток устраним, если мы узнаем способ действия ОРУДИЯ, ибо такое знание дает нам возможность вычесть в итоге то, что в представлении, которое мы получаем об абсолютном при помощи орудия, принадлежит этому последнему, и таким образом получить истинное в чистом виде. Но эта поправка на деле лишь вернула бы нас к

⁶ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному июлем-августом 1995 г. Публикуется впервые.

исходному положению. Ведь если мы отнимем от сформированной вещи то, что сделало с ней орудие, то эта вещь — в данном случае абсолютное — предстанет перед нами опять в том же самом виде, в каком она была и до этой, стало быть, ненужной работы. Допустим, что орудие нужно вообще только для того, чтобы притянуть к себе с его помощью абсолютное, не внося в него при этом никаких изменений, — на манер того, как птичку притягивают палочкой, обмазанной клеем. В таком случае, если бы абсолютное само по себе еще не попало к нам в руки и не желало бы попасть, оно уж конечно посмеялось бы над этой хитростью. Ибо именно хитростью было бы в этом случае познание, так как оно постоянно старалось бы делать вид, что занято чем-то иным, нежели выявлением непосредственного, — а стало быть, не требующего стараний — отношения. Если же рассмотрение познания, которое мы себе представляем как СРЕДУ, ознакомит нас с законом преломления в ней лучей, то когда мы потом вычтем преломление, это также ни к чему не приведет; ибо познание есть не преломление луча, а сам луч, посредством которого мы приходим в соприкосновение с истиной, и после вычета познания для нас обозначилось бы только чистое направление или пустое место.

Но если, из опасения заблуждаться, проникаются недоверием к науке, которая, не впадая в подобного рода мнительность, прямо берется за работу и действительно познает, то неясно, почему бы не проникнуться, наоборот, недоверием к самому этому недоверию, и почему бы не испытать опасения, что сама боязнь заблуждаться есть уже заблуждение. Фактически это опасение предполагает в качестве истины нечто, и весьма немалое, и опирается в своей мнительности и выводах на то, что само нуждается в предварительной проверке на истинность. А именно, оно предполагает ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ПОЗНАВАНИИ как о некотором ОРУДИИ и СРЕДЕ, и к тому же ОТЛИЧИЕ НАС САМИХ ОТ ЭТОГО ПОЗНАВАНИЯ. Главное же, оно предполагает, будто абсолютное находится ПО ОДНУ СТОРОНУ, а ПОЗНАВАНИЕ — ПО ДРУГУЮ для себя и отдельно от абсолютного и тем не менее — в качестве чего-то реального. Иными словами, оно предполагает тем самым, что познание, обретаясь вне абсолютного и, следовательно, также вне истины, тем не менее истинно; — предположение, при наличии которого то, что называется страхом перед заблуждением, следовало бы признать скорее страхом перед истиной.

Этот вывод вытекает из того, что только абсолютное истинно или что только истинное абсолютно. Его можно отвергнуть, если уяснить, что

такое познание, которое, хотя и не познает абсолютного, как того хочет наука, тем не менее также истинно, и что познание вообще, хотя бы оно было неспособно постигнуть абсолютное, тем не менее может быть способно к усвоению другой истины. Но в конце концов мы убеждаемся, что такие разговоры вокруг да около сводятся к смутному различению абсолютно истинного от прочего истинного и что абсолютное, познание и т.д. суть слова, которые предполагают значение, до которого еще нужно добраться.

Вместо того чтобы возиться с такого рода пустыми ПРЕДСТАВЛЕНИЯМИ и фразами о познании как орудии для овладения абсолютным, или как о среде, сквозь которую мы видим истину, и т.д., — с отношениями, к которым сводятся, пожалуй, все эти ПРЕДСТАВЛЕНИЯ о познании, отделенном от абсолютного, и об абсолютном, отделенном от познания, — вместо того чтобы возиться с отговорками, которые научное бессилие черпает из предположения таких отношений для избавления себя от труда в науке и в то же время для того, чтобы придать себе вид серьезного и усердного труда, — вместо того чтобы мучиться с ответом на все это, можно было бы названные ПРЕДСТАВЛЕНИЯ просто отбросить как ПРЕДСТАВЛЕНИЯ случайные и произвольные и можно было бы даже рассматривать как обман связанное с этим употребление таких слов, как абсолютное, познание, равно как объективное и субъективное и бесчисленное множество других, значение которых, как предполагают, общеизвестно. Ибо ссылка на то, что, с одной стороны, их значение общеизвестно, а с другой стороны, что, мол, даже располагают их ПОНЯТИЕМ, по-видимому, скорее лишь предлог уйти от главного, т.е. от того, чтобы дать это ПОНЯТИЕ. С большим правом, напротив, можно было бы избавить себя от труда вообще обращать внимание на подобные ПРЕДСТАВЛЕНИЯ и фразы, с помощью которых хотят отгородиться от самой науки; ибо они составляют лишь пустую иллюзию (*eine leere Erscheinung*) знания, которая рассеивается, как только выступает на сцену наука. Но наука, тем самым, что выступает на сцену, сама есть некоторое явление (*Erscheinung*); ее выступление еще не есть ОНА САМА во всей полноте и развитии ее истины. При этом безразлично, представлять ли себе, что ОНА есть явление потому, что выступает РЯДОМ С ДРУГИМ знанием, или назвать другое неистинное знание ее проявлением (*ihr Erscheinen*). Но наука должна освободиться от этой видимости (*Schein*); и достигнуть этого она может только тем, что обратиться против этой видимости. Ибо наука не может просто отвергнуть неподлинное знание под тем лишь предлогом,

что оно представляет обыденный взгляд на вещи, и уверять, что она сама есть знание совсем иного порядка, а обыденное знание для нее ничего не значит; не может она также сослаться на предчувствие в нем самом некоторого лучшего знания. Таким УВЕРЕНИЕМ она объявила бы, что сила ее — в ее БЫТИИ. Но неистинное знание точно так же ссылается на то, что ОНО есть, и УВЕРЯЕТ, что для него наука — ничто. Но ОДНО голое уверение имеет совершенно такой же вес, как и ДРУГОЕ. Еще менее может наука сослаться на предчувствие лучшего, которое будто бы имеется в неподлинном познании и в нем самом составляет намеки на науку; ибо, с одной стороны, она опять-таки сослалась бы на некоторое бытие, а с другой стороны, на самое себя как на способ своего существования в неподлинном познании, т.е. скорее на дурной способ своего бытия, и на свое проявление, чем на то, какова она в себе и для себя. Исходя из этого, здесь и следует предпринять изложение ЯВЛЯЮЩЕГОСЯ ЗНАНИЯ.

Поскольку же предмет этого изложения — только являющееся знание, то кажется, будто само это изложение не есть свободная наука, развивающаяся в свойственной ей форме; но с этой точки зрения его можно рассматривать как тот путь, которым естественное сознание достигает истинного знания, или как тот путь, каким душа проходит ряд своих ФОРМООБРАЗОВАНИЙ, как СТУПЕНЕЙ, предназначенных ей ее природой, дабы она приобрела чистоту духа, когда она благодаря полному познанию на опыте самой себя достигает знания того, что она есть в себе самой.

Естественное сознание окажется лишь понятием знания или нереальным знанием. Но так как оно, напротив, непосредственно считает реальным знанием себя, то этот путь имеет для него негативное значение, и то, что составляет реализацию понятия, для него, напротив, имеет значение потери себя самого; ибо оно теряет на этом пути свою истину.

Вот почему на этот путь можно смотреть как на путь СОМНЕНИЯ (Zweifel) или, точнее, как на путь ОТЧАЯНИЯ (Verzweiflung); на нем совершается как раз не то, что принято понимать под сомнением, т.е. расшатывание той или иной предполагаемой истины, за которым вновь следует соответствующее исчезновение сомнения и возвращение к первой истине, так что в конце существо дела принимается таким, как прежде. А этот путь есть сознательное проникновение в неистинность являющегося знания, для которого самое реальное — это то, что поистине есть скорее лишь нереализованное понятие.

Этот доводящий себя до конца скептицизм не есть поэтому и то, благодаря чему, быть может, серьезное рвение к истине и науке мнит себя подготовленным и вооруженным для овладения ими, — т.е. благодаря НАМЕРЕНИЮ не полагаться в науке на авторитет чужих мыслей, а все самолично проверить и следовать только собственному убеждению, или, еще лучше, все самолично произвести и считать истинным только собственные действия.

Последовательность формообразований, которые сознание проходит на этом пути, есть, напротив, подробная история ОБРАЗОВАНИЯ самого сознания до уровня науки. Указанное намерение представляет образование в простом виде намерения непосредственно исполненным и совершившимся; но этот путь по сравнению с этой неистинностью есть действительное осуществление. Следовать собственному убеждению, конечно, лучше, чем полагаться на авторитет; но превращение мнения, основанного на авторитете, в мнение, основанное на собственном убеждении, не обязательно приводит к изменению содержания его и замене заблуждения истиной. Придерживаются ли системы мнений или предрассудков потому, что полагаются на авторитет других, или потому, что исходят из собственного убеждения, — разница лишь в тщеславии, присущем последнему способу. Скептицизм, направленный на весь объем являющегося сознания, напротив того, только делает дух способным к исследованию того, что такое истина, заставляя отчаиваться в так называемых естественных представлениях, мыслях и мнениях (безразлично, называют ли их собственными или чужими), которыми еще наполнено и обременено сознание, ПРЯМО приступающее к исследованию, но благодаря этому фактически неспособное к тому, что оно собирается предпринять.

ПОЛНОТА ФОРМ нереального сознания получается в силу самой необходимости дальнейшего движения и взаимной связи. Чтобы это было понятно, достаточно в общем заранее заметить, что изображение неподлинного сознания в его неистинности не есть только НЕГАТИВНОЕ движение. Такое одностороннее воззрение на него, вообще говоря, имеется у естественного сознания; и знание, которое возводит эту односторонность в свою сущность, есть один из видов незавершенного сознания, сам вовлекающийся в движение этого пути и в нем представляющийся нам. А именно, этот вид есть скептицизм, который видит в результате только ЧИСТОЕ «НИЧТО» и абстрагируется от того, что это ничто определено есть «ничто» ТОГО, ИЗ ЧЕГО ОНО ПОЛУЧАЕТСЯ КАК РЕЗУЛЬТАТ. Но только «ничто», понимаемое как

«ничто» того, из чего оно возникает, есть некоторый ОПРЕДЕЛЕННЫЙ результат, и него есть некоторое СОДЕРЖАНИЕ. Скептицизм, который кончает абстракцией «ничто», или пустоты, не может от последней двинуться дальше, а должен ожидать, не представится ли ему нечто новое и что именно, чтобы он мог его ввергнуть в ту же бездну пустоты. Напротив, когда результат понимается, как он поистине есть, т.е. как ОПРЕДЕЛЕННАЯ негация (*определенное отрицание!* — П.К.), то тем самым возникла некоторая новая форма (Form), а в негации (в отрицании!) совершен переход, посредством которого само собой получается поступательное движение через полный ряд форм (Gestalten).

Но столь же необходимо, как и последовательность поступательного движения, знанию ставится ЦЕЛЬ; она — там, где знанию нет необходимости выходить за пределы самого себя, где оно находит само себя и где понятие соответствует предмету, а предмет — понятию. Поступательное движение к этой цели поему также безостановочно, и ни на какой более ранней стадии нельзя найти удовлетворения. То, что остается в рамках естественной жизни, не в состоянии посредством самого себя выйти за пределы своего непосредственного наличного бытия; но оно изгоняется за эти пределы чем-то иным, и это исторжение (Hinausgerissenwerden) есть его смерть. Но сознание для себя самого есть ПОНЯТИЕ себя, и благодаря этому оно непосредственно есть выход за пределы ограниченного и, поскольку это ограниченное принадлежит ему, то и за пределы самого себя; пределами единичного для него в то же время установлено потустороннее, хотя бы только — как в пространственном созерцании — РЯДОМ с ограниченным. Сознание, следовательно, само себя насильно заставляет испортить себе ограниченное удовлетворение. Чувствуя это насилие, страх перед истиной может, конечно, и отступить и стремиться сохранить то, чему угрожает опасность быть утраченным. Но этот страх не может найти покоя: если он захочет пребывать в безмысленной косности, то безмыслие будет отравлено мыслью, и косность нарушится ее беспокойством; если же он утвердиться как чувствительность, которая уверяет, что все В СВОЕМ РОДЕ ПРЕКРАСНО, то это уверение точно так же пострадает от насилия со стороны разума, который потому и не найдет нечто прекрасным, что оно «своего рода». Или же боязнь истины укроется от себя и от других за иллюзией, будто как раз само горячее рвение к истине делает для нее столь затруднительным, больше того, невозможным найти какую-нибудь другую истину, кроме единственной истины тщеславия — быть всегда умнее любой собственной или чужой

мысли; это тщеславие (Eitelkeit), которое умеет (versteht) ослабить как тщетную (zu vereiteln) любую истину, умеет от нее вернуться в себя и услаждается этим своим умением (Verstand), которое всегда знает, как растворить всякую мысль и найти вместо всякого содержания лишь свое тощее «я», — это тщеславие есть удовлетворение, которое должно быть предоставлено себе самому; ибо оно избегает всеобщего и ищет только для-себя-бытия.

Подобно тому как мы только что предварительно и в общих чертах говорили о способе и необходимости поступательного движения, быть может, полезно кое-что заметить еще относительно МЕТОДА ВЫПОЛНЕНИЯ. Это изложение, представленное как ОТНОШЕНИЕ НАУКИ к являющемуся знанию и как ИССЛЕДОВАНИЕ и ПРОВЕРКА РЕАЛЬНОСТИ ПОЗНАВАНИЯ, не может, по-видимому, обойтись без какой-либо предпосылки, которая полагается в основу в качестве КРИТЕРИЯ. Ибо проверка состоит в приложении некоторого принятого критерия, а в получающемся равенстве или неравенстве с ним того, что проверяется, состоит решение вопроса, правильно ли оно или неправильно; и критерий вообще, а также и наука, если бы она была критерием, при этом принимается за СУЩНОСТЬ или за В-СЕБЕ-БЫТИЕ. Но здесь, где наука впервые выступает на сцену, ни у нее самой, ни у чего бы то ни было, нет основания считаться сущностью или в-себе-бытием, а без этого проверка, по-видимому, не может иметь места.

Это противоречие и его устранение обнаружится определеннее, если мы припомним прежде всего абстрактные определения знания и истины в том виде, в каком они выступают в сознании. А именно, сознание ОТЛИЧАЕТ от себя нечто, с чем оно в то же время СООТНОСИТСЯ; или, как выражаются, оно есть нечто ДЛЯ СОЗНАНИЯ; и определенная сторона этого СООТНОШЕНИЯ или БЫТИЯ «нечто» (von Etwas) ДЛЯ НЕКОТОРОГО СОЗНАНИЯ есть ЗНАНИЕ. Но от этого бытия для чего-то иного мы отличаем В-СЕБЕ-БЫТИЕ. То, что соотносено с знанием, в свою очередь отличается от знания и устанавливается как ОБЛАДАЮЩЕЕ БЫТИЕМ также и вне этого соотношения; эта сторона этого «в-себе» называется ИСТИНОЙ. Как собственно обстоит дело с этими определениями, мы здесь рассматривать не будем, ибо поскольку наш предмет — являющееся знание, то и его определения принимаются прежде всего так, как они непосредственно даны, и из того, как они были постигнуты, явствует, что они даны.

Если же мы исследуем истину знания, то мы, по-видимому, исследуем, что есть оно В СЕБЕ. Но в этом исследовании оно есть НАШ предмет, оно есть ДЛЯ НАС; и то, что оказалось бы его «в себе», было бы, таким образом, скорее его бытием ДЛЯ НАС. То, что мы утверждали бы в качестве его сущности, было бы скорее не его истиной, а только нашим знанием о нем. Сущность или критерий исходили бы от нас, и то, что следовало бы сравнивать с этим критерием и о чем, в итоге этого сравнения, должно было бы воспоследовать решение, не должно было бы признать его.

Но природа предмета, который мы исследуем, избавляет нас от этого разделения или этой видимости и предпосылки. Сознание в самом себе дает свой критерий, и тем самым исследование будет сравнением сознания с самим собою; ибо различие, которое только что было сделано, исходит из него. В сознании одно есть ДЛЯ НЕКОТОРОГО ИНОГО, или: ему вообще присуща определенность момента знания; в то же время это иное дано не только для него, но также вне этого отношения, или В СЕБЕ; это момент истины. Следовательно, в том, что сознание внутри себя признает в качестве В-СЕБЕ-БЫТИЯ или в качестве ИСТИННОГО, мы получаем критерий, который оно само устанавливает для определения по нему своего знания. Если мы назовем ЗНАНИЕ ПОНЯТИЕМ, а сущность или ИСТИННОЕ — сущим или ПРЕДМЕТОМ, то проверка состоит в выяснении того, соответствует ли понятие предмету. Если же мы назовем СУЩНОСТЬ или в-себе-бытие ПРЕДМЕТА ПОНЯТИЕМ и будем, напротив, понимать под ПРЕДМЕТОМ понятие как ПРЕДМЕТ, то есть так, как он есть ДЛЯ НЕКОТОРОГО ИНОГО, то проверка состоит в выяснении того, соответствует ли предмет своему понятию. Очевидно, что и то, и другое — одно и то же. Главное, однако, в том, — и это надо помнить на протяжении всего исследования, — что оба эти момента, ПОНЯТИЕ и ПРЕДМЕТ, БЫТИЕ ДЛЯ ИНОГО и БЫТИЕ В СЕБЕ САМОМ, входят в само исследуемое нами знание и, следовательно, нам нет необходимости прибегать к критерию и применять при исследовании НАШИ выдумки и мысли; отбрасывая их, мы достигаем того, что рассматриваем суть дела так, как она есть В СЕБЕ САМОЙ и ДЛЯ СЕБЯ САМОЙ.

Но какое-либо добавление с нашей стороны излишне не только в том отношении, что понятие и предмет, критерий и то, что подлежит проверке, находятся в самом сознании, но мы избавляемся также от труда сравнивать то и другое и ОСУЩЕСТВЛЯТЬ проверку в собственном смысле слова, так что и в этом отношении нам остается лишь простое

наблюдение, поскольку сознание проверяет само себя. Ибо сознание есть, с одной стороны, осознание предмета, а с другой стороны, осознание самого себя: сознание того, что для него есть истинное, и сознание своего знания об этом. Так как оба суть ДЛЯ ОДНОГО И ТОГО ЖЕ сознания, то оно само есть их сравнение; ДЛЯ ОДНОГО И ТОГО ЖЕ сознания выясняется, соответствует ли его знание о предмете последнему или не соответствует. Правда, предмет кажется одному и тому же сознанию лишь таким, каким оно его знает; кажется, будто оно не может узнать, каков он есть НЕ ДЛЯ ОДНОГО И ТОГО ЖЕ СОЗНАНИЯ, А В СЕБЕ, и, следовательно, будто оно не может проверить на нем и свое знание. Однако именно в том, что сознание вообще знает о предмете, уже имеется налицо различие, состоящее в том, что ДЛЯ НЕГО (ihm) нечто есть В-СЕБЕ-БЫТИЕ, а некоторый другой момент есть знание или бытие предмета ДЛЯ (für) сознания. На этом различии, которое имеется налицо, основывается проверка. Если в этом сравнении одно не соответствует другому, то, по-видимому, сознание должно изменить свое знание, дабы оно согласовывалось с предметом; но с изменением знания для него фактически изменяется и сам предмет, так как наличное знание по существу было знанием о предмете; вместе с знанием и предмет становится иным, ибо он по существу принадлежал этому знанию. Тем самым для сознания выясняется, что то, что прежде было дано ему как В-СЕБЕ-БЫТИЕ, не есть в себе или что оно было в себе только ДЛЯ НЕГО. Так как, следовательно, сознание в отношении своего предмета находит свое знание не соответствующим ему, то не остается неизменным и сам предмет; иначе говоря, изменяется критерий проверки, раз то, для чего он предназначался быть критерием, не выдерживает проверки; и проверка есть проверка не только знания, но и своего критерия.

Это ДИАЛЕКТИЧЕСКОЕ движение, совершаемое сознанием в самом себе как в отношении своего знания, так и в отношении своего предмета — ПОСКОЛЬКУ ДЛЯ НЕГО ВОЗНИКАЕТ из этого НОВЫЙ ИСТИННЫЙ ПРЕДМЕТ, есть, собственно говоря, то, что называется ОПЫТОМ. *(Такого «опыта» до Гегеля ни у кого не было! Это и есть настоящей «опыт» разработки ПЛАНА БУДУЩИХ ДЕЙСТВИЙ! — П.К.).*

В этом отношении в только что упомянутом процессе следует еще резче почеркнуть один момент, выявляющий НЕЧТО НОВОЕ О НАУЧНОЙ СТОРОНЕ дальнейшего изложения. Сознание знает НЕЧТО, этот предмет есть сущность или В-СЕБЕ-БЫТИЕ; но он и для сознания В-СЕБЕ-БЫТИЕ; тем самым выступает двусмысленность этого истинного.

Мы видим, что у сознания теперь ДВА предмета: один — первое «в себе», второй — БЫТИЕ ЭТОГО «В СЕБЕ» ДЛЯ СОЗНАНИЯ. Второй предмет кажется прежде всего только рефлексией сознания в самого себя, процессом представления — не некоторого предмета, а только знания сознания о том первом предмете. Однако, как уже было указано, для сознания при этом изменяется первый предмет: он перестает быть в-себе-бытием и СТАНОВИТСЯ для него таким, который составляет В-СЕБЕ-БЫТИЕ только для него; но тем самым это есть тогда БЫТИЕ ЭТОГО «В СЕБЕ» ДЛЯ СОЗНАНИЯ, истинное, а это значит, что оно есть СУЩНОСТЬ или ПРЕДМЕТ сознания. Этот новый предмет включает в себе ничтожность первого, он есть ПРИОБРЕТЕННЫЙ ОПЫТ относительно него.

В этом изображении процесса ОПЫТ есть момент, благодаря которому оно как будто не согласуется с тем, что принято понимать под ОПЫТОМ. А именно, переход от первого предмета и знания его к другому предмету, к КОТОРОМУ относится утверждение, что ОПЫТ совершен, был истолкован таким образом, что, мол, знание о первом предмете, или то, что есть первое «в себе» для сознания, само должно стать вторым предметом. Вопреки этому, обыкновенно кажется, что мы испытываем неистинность нашего первого понятия НА КАКОМ-ЛИБО ДРУГОМ предмете, на который мы, можно сказать, наталкиваемся случайно и внешним образом, так что вообще нам остается только чистое ПОСТИЖЕНИЕ того, что есть в себе и для себя. Но, согласно приведенному воззрению, новый предмет ВОЗНИК благодаря ОБРАЩЕНИЮ (Umkehrung) самого СОЗНАНИЯ.

Это рассмотрение дела есть наше ДОБАВЛЕНИЕ, благодаря которому последовательный ряд разного ОПЫТА СОЗНАНИЯ возвышается до научного процесса и которое не имеется для рассматриваемого нами сознания. Но фактически здесь такое же положение вещей, о котором уже была речь выше по поводу отношения этого изложения к скептицизму, а именно: к какому бы результату ни привело неподлинное знание, он не должен быть сведен к пустому ничто, а его необходимо понимать как ничто ТОГО, ЧЕГО ОН РЕЗУЛЬТАТ, в коем содержится то, что истинно в предшествующем знании. Здесь это предстает в следующем виде: так как то, что сперва казалось предметом низведено для сознания до знания о нем, а то, что В СЕБЕ, СТАНОВИТСЯ некоторым БЫТИЕМ ЭТОГО «В СЕБЕ» ДЛЯ СОЗНАНИЯ, то это есть новый предмет, вместе с которым выступает и

новая форма существования сознания, для которой сущность есть нечто иное, чем для предшествующей формы.

Это-то обстоятельство и направляет всю последовательность ФОРМ существования сознания в ее необходимости. Только сама эта необходимость или ВОЗНИКНОВЕНИЕ нового предмета, который предстает перед сознанием, НЕ ЗНАЮЩИМ, КАК ЭТО ПРОИСХОДИТ, есть то, что совершается для нас как бы ЗА СПИНОЙ СОЗНАНИЯ. Благодаря этому в движение сознания входит момент В-СЕБЕ-БЫТИЯ или ДЛЯ-НАС-БЫТИЯ, не проявляющийся для сознания, которое охвачено самим ОПЫТОМ; СОДЕРЖАНИЕ же того, что перед нами возникает, имеется ДЛЯ СОЗНАНИЯ, и мы имеем понятие только о формальной стороне его или о его чистом возникновении; ДЛЯ СОЗНАНИЯ это возникшее есть только в качестве предмета, ДЛЯ НАС — вместе с тем и в качестве движения и СТАНОВЛЕНИЯ.

В силу этой необходимости этот путь к науке сам уже есть НАУКА, и тем самым по своему содержанию — наука об ОПЫТЕ СОЗНАНИЯ.

ОПЫТ, который сознание совершает относительно себя, по своему понятию может охватить полностью всю систему сознания или все царство истины духа, так что моменты этой истины проявляются в этой специфической определенности не как абстрактные, чистые моменты, а так, как они суть для сознания, или же так, как само сознание выступает в своем соотношении с ними, благодаря чему моменты целого суть ФОРМООБРАЗОВАНИЯ СОЗНАНИЯ. Двигаясь к своему истинному существованию, сознание достигнет пункта, когда оно откажется от своей иллюзии, будто оно обременено чем-то чужеродным, которое есть только для него и в качестве некоторого иного, т.е. достигнет пункта, где ЯВЛЕНИЕ СТАНОВИТСЯ РАВНЫМ СУЩНОСТИ, и тем самым изображение сознания совпадает именно с этим пунктом — подлинной наукой о духе; и, наконец, само постигнув эту свою сущность, сознание выразит природу самого абсолютного знания.

Кузнецов П.Г.

Ильенков и логические формы⁷

«Труд — процесс изменения природы действием общественного человека — и есть «субъект», кому принадлежит «мышление» в качестве «предиката»

Э.В. Ильенков

Прошло уже очень много времени, как мы расстались с Ильенковым. Насколько раз я пытался обратить внимание на Логику, которой владел Ильенков.

До сих пор в литературе, претендующей на «философское» содержание, не различается «грамматическая форма» предложения от «логической формы» суждения. Я не говорю об «околоматематических логиках», для которых высказывание, предложение, утверждение и суждение — неразличимы.

Но является подлинным скандалом, когда последователи Ильенкова не различают логическую форму суждения от грамматической формы предложения. Известно, что в суждении мы имеем дело с категориальной парой, то есть в ДВУМЯ ПРОТИВОПОЛОЖНЫМИ КАТЕГОРИЯМИ, которые ОСМЫЛИВАЮТСЯ при наличии соединения этих категорий с помощью связок «ЕСТЬ» и «НЕ-ЕСТЬ».

После заполнения между категориями связки «ЕСТЬ» или «НЕ-ЕСТЬ» мы получаем четыре суждения: два суждения, как говорил Гегель, «по форме», и два суждения «по содержанию». Только такой комплект из четырех суждений и характеризуется знаменитым высказываем Гегеля «Тождество тождества и не тождества».

Поразительное философское невежество имеет один-единственный порок: мы лишены критерия отличать НАУЧНУЮ ТЕОРИЮ от набора слов, претендующего на «научообразный текст». Само собою разумеется, что не каждая книга, озаглавленная «Теория...» является научной теорией.

Вся жизнь Эвальда Васильевича была посвящена борьбе с метафизическим мышлением, привычка к которому становится непреодолимым барьером на пути научно-теоретического понимания мира в котором мы живем и в котором мы ДЕЙСТВУЕМ.

⁷ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному ноябрем-декабрем 1996 г. Публикуется впервые.

Афоризм известного политического деятеля характеризует нашу эпоху: «Хотели, как лучше, а получилось... как всегда».

Диалектическая Логика — это Логика разработки научной теории и отсутствие этой Логики лишает нас научного понимания мира и событий, происходящих в нем. На пороге третьего тысячелетия мы и испытываем нужду в этом инструменте постижения окружающей нас действительности.

Начнем с утверждения, которым гордится современной физика: «Раньше в классической физике считалось возможным одновременно указать как скорость, так и импульс движущегося тела».

Уже в начале прошлого века Гегель отмечал, что простое перемещение есть ПРОТИВОРЕЧИЕ: тело находится в данной месте и, в то же время, не находится в нем; оно находится в одном и тот же месте и, одновременно, не находится в нем. Сравнение высказывания философа с высказыванием физика не свидетельствует об излишней компетентности физика в области философии.

Происхождение этого противоречия в ЛЮБОМ КЛАССЕ ДВИЖЕНИЙ (ИЛИ ИЗМЕНЕНИЙ), известное со времен апорий Зенона, связано с отсутствием желания РАЗМЫШЛЯТЬ: Ведь подлинное мышление и есть РАЗМЫШЛЕНИЕ...

ВРЕМЯ, как ДЛИТЕЛЬНОСТЬ, не имеет «точки» или «мгновения»: оно ВСЕГДА ИНТЕРВАЛ. Лишь ПРЕДПОЛОЖИВ существование «точки» на текущем времени мы и создаем себе трудности, которые затем МУЖЕСТВЕННО ПРЕОДОЛЕВАЕМ. Как бы ни был мал интервал времени — 0,1 сек, 0,01 сек, ... , 0,001 секунды и так далее, мы никогда не избавляемся от той или иной длительности. Если снаряд вылетает из пушки со скоростью в 1000 м/сек — то он в любой интервал времени проходит ПУТЬ: одна десятая, одна сотая, одна тысячная... В последнем случае путь пройденный снарядом равен одному метру. Отрезок, длиной один метр, имеет начальную точку *A* и конечную точку *B*. Мы можем сказать, что снаряд находился в точке *A* и, в то же время (в ту же тысячную долю секунды), в точке *B*, на расстоянии одного метра от *A*. Точно так же мы можем сказать, что снаряд находился в точке *A* и, в то же время (в ту же долю секунды), не находится в ней, а находится на всей траектории от *A* до *B*.

Приведенный пример лишь намек на устройство формальных математических теорий. Любая (современная) физико-математическая теория имеет аксиоматическое основание. Однако каждая аксиома таит в себе свой диалектический аналог: таит в себе ПРОТИВОПОЛОЖНОЕ

УТВЕРЖДЕНИЕ. Этот факт, установленный И. Кантом и развитый Гегелем, известен в математике как теорема Гёделя. Внимательный математический логик обратит внимание на то, что доказательство некоторой теоремы ПРЕДПОЛАГАЕТ наличие соответствующей АКСИОМЫ, о которой при доказательстве теоремы Гёделя ничего не говорится.

Вернемся к эпохе великих астрономических открытий. Известно, что со времен схоластической философии не подлежало обсуждению (а обсуждение или сомнение в истинности Аристотеля почиталось грехом) утверждение Аристотеля: «Тело, которое движется по прямой с неизменной скоростью, требует непрерывного приложения силы».

Возникает теория Ньютона, которая содержит утверждение: «Тело, которое движется по прямой с неизменной скоростью, НЕ ТРЕБУЕТ непрерывного приложения силы».

Последний пример, где приводятся ДВЕ ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ АКСИОМЫ, и является подлинным предметом диалектической Логики. Если великий Кант рассматривал математические теории как ОДИН ПУТЬ В ДЕРЕВЕ АКСИОМ, то Лобачевский и Бойяи выставили требование — рассматривать как саму аксиому, так и ее отрицание. Так и возник новый мир, названный Лобачевским миром ПАНГЕОМЕТРИИ. Этот мир получил широкую известность после «Оснований геометрии» Д. Гильберта и его тщательного обзора, выполненного А. Пуанкаре.

Зная современное развитие аксиоматических теорий, я хочу привести пример диалектической логики Маркса.

Одной из категориальных пар, которую исследовал Маркс в «Капитале», известна как антипод ПОСТОЯННЫЙ-ПЕРЕМЕННЫЙ. В применении к объекту исследования — «Капиталу» — мы получаем дихотомическое членение на «постоянный капитал» и «переменный капитал». В постоянный капитал входят станки, машины, сооружения, вспомогательные материалы. А в переменный капитал входит только рабочая сила, т.е. то, что принято называть «человеческой деятельностью».

Первый шаг РАЗМЫШЛЕНИЯ для использования диалектической Логики состоит в ПРОТИВОПОСТАВЛЕНИИ — постоянного капитала — переменному капиталу, появляющемуся в человеческой деятельности.

Формальное размышление сводится к заполнению связи НЕ-ЕСТЬ: «ПОСТОЯННЫЙ КАПИТАЛ» НЕ-ЕСТЬ «ПЕРЕМЕННЫЙ КАПИТАЛ»

У Гегеля это называется суждение «по форме». Суждение «по содержанию» требует оборачивания, т.е. замены субъекта предикатом. Это имеет вид:

«ПЕРЕМЕННЫЙ КАПИТАЛ» НЕ-ЕСТЬ «ПОСТОЯННЫЙ КАПИТАЛ».

Эти два шага встречаются и в правилах формальной или математической логики.

Резким диссонансом ко всему изложенному звучит предложение ОСМЫСЛИТЬ или ПОРАЗМЫСЛИТЬ над ПРОТИВОПОЛОЖНЫМ УТВЕРЖДЕНИЕМ...

«ПОСТОЯННЫЙ КАПИТАЛ» ЕСТЬ «ПЕРЕМЕННЫЙ КАПИТАЛ».

Именно здесь нормальное мышление ВЗРЫВАЕТСЯ! Мы же только что установили ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЬ обсуждаемых категорий. О чем еще может идти речь?

...Вдруг мы замечаем, что по мере исторического развития наблюдается нечто, называемое «моральным старением» технических средств. Некоторые материалы и технические средства, будучи вполне исправными, признаются непригодными для их экономического использования. Их статус «постоянного капитала» подлежит отмене — этот «постоянный капитал» из-за «морального старения» приобретает свойство «ПЕРЕМЕННОГО КАПИТАЛА».

С другой стороны — «переменный капитал», являющий себя в форме ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, начинает являть себя в форме ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Последний же вид деятельности и является причиной превращения ПОСТОЯННОГО КАПИТАЛА — в ПЕРЕМЕННОЙ.

Проведенный «ЧЕТЫРЕХСТУПЕНЧАТЫЙ АНАЛИЗ» логической формы суждения и приводит нас к теории развития, где очевидно, что движущей силой исторического развития является ТВОРЧЕСКАЯ ЛИЧНОСТЬ, а переменный капитал постепенно превращается в ПОСТОЯННЫЙ КАПИТАЛ и тем самым становится ПОДЛИННЫМ БОГАТСТВОМ ОБЩЕСТВА.

Озарение

Нет ничего, что может сравниться с чувством ОТКРЫТИЯ или ОЗАРЕНИЯ.

Надо только один раз почувствовать эту радость открытия, чтобы почувствовать себя причастным к ИСТОРИИ РОДА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО. Ведь прошедшие века оставили нам радость открытий наших предков, которые и поныне живут среди нас в форме своих ОТКРЫТИЙ.

Лет тридцать тому назад один из моих друзей попросил меня дать определение того, что такое ОТКРЫТИЕ? Это не был праздный вопрос.

После некоторого времени я мог сообщить ему такой ответ:

«Открытие — это эффект, который НЕ СЛЕДУЕТ из существующей ТЕОРИИ».

Это привело к двум соображениям:

- каждая теория имеет границы применимости.
- существуют области знания, которые еще не развились до существования научной теории.

Когда я обсуждал проблему научного творчества с автором одного из современных открытий, он заметил, что свое первое открытие он сделал... в детском саду. Тогда он ПОНЯЛ, что если он не видит человека, который стоит за углом дома, то и тот человек, который стоит за углом дома, тоже не видит его.

Что же на самом деле открыл ребенок?

Если дать точный научный ответ, то надо сказать что ребенок открыл эффект НЕЛИНЕЙНОСТИ!!! Можно назвать этот эффект — эффектом НЕ-видимости, НЕ-наблюдаемости... Но суть дела состоит в другом — хотя нечто НЕ ВИДНО, то это еще не значит, что это НЕ-ВИДИМОЕ — НЕ-СУЩЕСТВУЕТ.

Обратное заключение имеет вид, не все существующее — видимо!

Так рождается столь почитаемый ныне ЭКЗИСТЕНЦИАЛИЗМ — теория того, что СУЩЕСТВУЕТ, т.е. такое, что «и не снилось нашим мудрецам» и что так высоко почитал столь уважаемый мною Герман Вейль.

⁸ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному июнем 1996 г. Публикуется впервые.

Другой пример ОТКРЫТИЯ — это извлечение квадратного корня... из НУЛЯ.

В этом случае ноль можно представить как разность двух единиц, и как разность квадратов двух единиц. А потом можно воспользоваться тем, что и разность двух единиц и разность квадратов двух единиц — обе разности равны одному и тому же третьему — НУЛЮ!

Последний вывод почти очевиден, ведь две вещи порознь равные одному и тому же третьему — равны между собой. Все правильно, если только НУЛЬ — это ОДИН И ТОТ ЖЕ НУЛЬ!

Все математики будут согласны с таким утверждением:

$$1 = 1.$$

Но далеко не все математики будут согласны с таким утверждением:

$$1 = 2.$$

Тем, кто не согласен, полезно познакомиться с великим Кантором, так как последняя запись — это утверждение, что мощность натурального ряда равна мощности множества ЧЕТНЫХ ЧИСЕЛ...

Более привычно эта запись имеет вид:

$$N = 2N.$$

Р.Р.С.: ОТКРЫТИЕ — ЭТО ОТКАЗ ОТ ЗАКОНА ИСКЛЮЧЕННОГО ТРЕТЬЕГО. ВТОРОЕ ОТРИЦАНИЕ НЕ ВОЗВРАЩАЕТ НАС В ОГРАНИЧЕННУЮ ОБЛАСТЬ.

Второе отрицание и четность

Ноль есть единица группы по СЛОЖЕНИЮ.

Единица есть единица группы по УМНОЖЕНИЮ.

Два есть единица группы по СЛОЖЕНИЮ СТЕПЕНЕЙ.

Два в степени два есть единица группы по УМНОЖЕНИЮ СТЕПЕНЕЙ.

.....

107.

Однако, давно прошли те времена, когда математики верили своим глазам. Древний геометр делал чертеж и писал на нем одно только слово: «Смотри». Сейчас мы стали скептиками и требуем логических доводов, вместо наглядного показа.

Нужно ДОКАЗАТЬ, что хотя бы одна параболическая гомология неинволюционна. Как ни проста эта задача на первый взгляд, решить ее, оставаясь в кругу тех идей, которыми мы оперировали до сих пор, НЕВОЗМОЖНО. Подобно тому, как в элементарной геометрии принимается без доказательства, что через каждую точку можно провести

только ОДНУ прямую, параллельную данной (постулат Евклида), так и мы вынуждены без доказательства принять, что существуют неинволюционные параболические гомологии.

Я утверждаю, что здесь **НОВАЯ ДИХОТОМИЯ:**
ИНВОЛЮЦИОННЫЕ — НЕИНВОЛЮЦИОННЫЕ;
ПАРАБОЛИЧЕСКИЕ — ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ.

Это означает, что **ГОМОЛОГИИ** бывают:
ИНВОЛЮЦИОННЫЕ — НЕИНВОЛЮЦИОННЫЕ;

Выбрав — **ИНВОЛЮЦИОННЫЕ**, имеем возможность делать **ВТОРОЙ ВЫБОР:**

ПАРАБОЛИЧЕСКИЕ — ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ.

Выбрав — **НЕИНВОЛЮЦИОННЫЕ**, имеем возможность делать **ВТОРОЙ ВЫБОР:**

ПАРАБОЛИЧЕСКИЕ — ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ.

Этот выбор между **СВОБОДНЫМ** и **НЕОБХОДИМЫМ** **ВРЕМЕНЕМ**. После первого выбора мы делаем **ВТОРОЙ ВЫБОР:** **ИНДИВИДУАЛЬНОЕ** или **ОБЩЕСТВЕННОЕ**.

Это и есть то, что названо **КАТЕГОРИАЛЬНЫМ МЫШЛЕНИЕМ**, т.е. **ВЫБОР** одной из двух противоположных аксиом.

ЧЕТНОСТЬ — НЕЧЕТНОСТЬ

ЦИФРЫ — ЧИСЛА

КАЧЕСТВО — КОЛИЧЕСТВО

ЦИФРЫ — ИМЕНА.

ЦИРКУЛЯРНЫЕ — ЛАМИНАРНЫЕ (ТОКИ)

«ЗАМКНУТЫЕ» — «ОТКРЫТЫЕ» (ПУТИ)

«Собственные» имена — точек, прямых, плоскостей

Как «различать» по «цифрам» имена «прямых», «плоскостей», «треугольников», квадратов, ромбов, пятиугольников, ... ????

Векторы. Аксиальные векторы и векторы моментов

Вводим новые названия **A-вектор** (аксиальный) и **B-вектор** (вращения) при изменении **ЗНАКА:**

A-вектор, если шел **ИЗ НАЧАЛА**, то после смены знака идет **B НАЧАЛО**. Смена знака **НЕ ЗАВИСИТ** от размерности пространства.

B-вектор, если (а он всегда **ПЛОСКИЙ**) давал **ПРАВУЮ СИСТЕМУ ВРАЩЕНИЯ**, то после замены знака — дает **ЛЕВУЮ СИСТЕМУ ВРАЩЕНИЯ**. Это имеет смысл только для **ПЛОСКОСТИ**.

РАЗМЕРНОСТЬ с различием векторов — равна не только **ЧИСЛУ ОСЕЙ**, но равна и **ЧИСЛУ ПЛОСКОСТЕЙ**. Это и дает пространства 2^{2n} .

Порядок и пан-порядок

Традиционный ПОРЯДОК — это натуральный ряд ПОРЯДКОВЫХ ЧИСЕЛ. Именно он задает традиционное «следование», которое принято считать «ЛОГИЧЕСКИМ». Философ назовет это «пред-порядком» имея в виду, не только ПРЯМОЙ ПОРЯДОК, но и ОБРАТНЫЙ ПОРЯДОК.

Оба вместе прямой и обратный порядок образуют философское понятие ПОРЯДОК, который «раздваивается» на прямой и обратный. Эта операция ДВОЙСТВЕННОСТИ или ДУАЛИЗАЦИИ требует изменение термина «порядок», что, по примеру Н.И. Лобачевского с ДУАЛИЗАЦИЕЙ ГЕОМЕТРИЙ, приводит к термину ПАН-ПОРЯДОК (ПАН-ГЕОМЕТРИЯ, которая включает в себя и пятый постулат, и его отрицание). Обратим внимание на СПОСОБ, которым выполняется ОТРИЦАНИЕ — это ТОЧНОЕ изменение «направления» на обратное!

Только ТОЧНЫЕ отрицания могут приводить к математическому термину «ТОЧНАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ», хотя с «категориями», используемыми математиками, я бы не спешил.

И вот теперь мы готовы к самому ГЛАВНОМУ: СКОЛЬКО И КАКИХ ИМЕННО ПАН-ПОРЯДКОВ имеется в алгебре?

Здесь мы по-новому связываем термины СТЕПЕНЬ-РАЗМЕРНОСТЬ: так, как эти термины впервые использовал Гегель:

ИМЯ ПОРЯДКОВОГО ЧИСЛА СТЕПЕНИ ЕСТЬ ИМЯ КАЧЕСТВА!

Но каждое имя порядкового числа — есть ИМЯ ПАН-ПОРЯДКА.

В этом смысле ДВУ-МЕРНАЯ ТАБЛИЦА — есть ДВА ПАН-ПОРЯДКА.

Добавление третьего направления — есть ТРИ ПАН-ПОРЯДКА.

Для меня ВСЕ ТРИ ПАН-ПОРЯДКА «именуют»: ВСЕ ВОЗМОЖНЫЕ СИСТЕМЫ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ, КОТОРЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ РЕШАЛИ, РЕШАЮТ И БУДУТ РЕШАТЬ!

(Эталон массы можно получить на «весах постоянного тока», где сравнивается сила притяжения ДВУХ ТОКОВ. Но на второй чашке весов может стоять «эталон» из Севра! Очень длительное удержание веса в один килограмм потребует очень длительного протекания тока, измеряемого АМПЕРАМИ... Через несколько СУТОК (недель, месяцев) будет накоплен от ЭЛЕКТРОЛИЗА проходящего тока довольно большое количество СЕРЕБРА, которое и измеряет количество прошедшего электричества. Это позволит сравнить «эталон» из Севра с весом

количества серебра, а последнее пересчитать на ЧИСЛО АТОМОВ СЕРЕБРА, прошедшего за время ВЗВЕШИВАНИЯ.

*ЭТО ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ **МОЩНОСТИ**, КОТОРАЯ НЕОБХОДИМА ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ ОДНОГО КИЛОГРАММА НА НЕИЗМЕННОЙ ВЫСОТЕ! — П.К.).*

Кузнецов П.Г.

Смысл (или робкие опыты культурной генетики)⁹

Оперировать понятиями, взятыми из прошлого, в котором религиозная классика играла иную роль, вряд ли целесообразно. Но ничуть не умнее отказываться полностью от способов описания действительности, которые оставила нам эпоха. Прошлое присутствует в настоящем (пролепис!). Это присутствие существует в особом качестве. Мы называем это особое качество «культурными кодами» (артефактами) — *артекодами*.

Такие культурные коды заложены в духовном ядре, диктующем народам их неповторимую специфику их *надприродного* (*сверхискусственного*) существования. Именно с этой точки зрения *мы вправе* подходить к описанию человеческой реальности конца XX века, используя религиозные категории *в их особом* понимании.

Современный человек может с иронией отвергать мысль о том, что его жизненными поступками управляет *представление о типе спасения души*. Однако (независимо от воли скептической личности) это представление всё-таки пронизывает и бытие, и поведение. Именно представление о связи земного и небесного определяет каждый наш жизненный выбор.

1. Смысл и Существование

Три тысячелетия жизни народов в едином пространстве Срединного Севера наложили свой отпечаток на то, как здесь понимается Спасение.

Мы пребываем на единой смысловой территории. Природное, конечно, значимо для её описания. Но главное (всё же) — в соотношении Смысла и Существования в нашем типе Спасения. Вне ответа на вопрос о смысле Жизни жизнь прекращается.

Взаимная несводимость грубых и тонких закономерностей не означает, что тонкий *человеческий мир* не подвластен некоему «строительному началу», принципам Организации и Гармонии. Эти принципы (как и артекоды) существуют и действуют. Не надо спекулятивных отсылок, отвергаемых разумом, который сумел придумать расщепление ядра и выход в космос. Изучающая смыслы герменевтика — не менее строгая наука, чем квантовая теория поля. Отбрасывание

⁹ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному ноябрем 1997 г. Публикуется впервые.

несущественных аспектов *человеческой артереальности* — это признак гуманитарного невежества, ложно понимаемой материалистической доктрины. Не извлечь урок из случившегося, ещё раз отвергнуть Сложное могут только силы, несущие на себе отпечаток мёртвой обреченности.

2. *Инаковость*

Россия иначе понимает и осуществляет Спасение. Эта инаковость не связана с одной только религиозной эпохой. Хотя, конечно, роль Православия огромна. Принцип догмата о Троичности значит больше, чем отсылки к химерическому благополучию, которое уходит тем дальше, чем больше о нём «камлают». Наше Бытие прочно связывают Жизнь и Спасение. Отбросить Спасение и оставить «жизнь как форму существования сытых тел» — значит убить Жизнь, страну, общество.

Дискуссия об исхождении Святого Духа многое заложила в русском понимании неотделимости Существования и Смысла. У нас нет превознесения Сына, к которому гордо апеллирует западный гуманизм. Путь Большой Модернизации, который выбрал для себя Запад, окончательно обозначил свою ущербность и уязвимость. Пафос Большого Модерна снят. Место занимает формула трёх «П» — Постмодернизма, Постиндустриализма и *Постисторизма*.

Западу надо как никогда «молиться» на Россию, сохранившую потенциал альтернативности, основанной на идее Спасения. Именно альтернативное должна культивировать Россия. Альтернативное же должен трепетно высматривать в России весь мир, который с её падением проиграет последнее.

Это Альтернативное, проходящее через тысячелетия истории мы должны и обязаны искать в красном этапе своей истории, в эпохе красного империума — СССР.

3. *Сброс*

Мы обязаны искать это! Обязаны перед страной, которая находится в катастрофической фазе существования. Глубоко ложным является выбор «идея или страна». Можно выбирать между идеей и страной там, где *человеческая артереальность* не превращается в Черноту в момент, когда теряется формула Спасения, основанная на единстве здешнего и нездешнего.

Но здесь этой возможности выбора попросту нет. Наша страна есть воплощенная идея, единство Смысла и Существования. Поэтому мы обязаны искать идею — в ней самой, а её — в идее. Мы связаны высшим долгом и обязательством.

Раньше можно было сколько угодно не любить Маркса и Ленина

(не зная, впрочем, их!) и пожимать плечами по поводу советских идиотизмов.

Это можно было делать до того, как начался Сброс — война на истребление красного смысла и всей смыслосозидающей способности общества.

Этот Сброс оказался гораздо глубже.

Было ли это задумано? Было ли это случайным следствием накопленной ненависти ко всему советскому, ненависти, которая творила зло, не ведая всей меры *преступности* ею творимого? Главное сейчас не в этом.

Главное в том, что в наступательном ударе по красной исторической личности была растоптана не только эта система ценностей. *Было повреждено центральное ядро — способность России и общества переходить от одних смыслов к другим* (по силе и характеру воздействия это можно сравнить разве что только с радиационным поражением генетического фонда живого организма).

Повреждение (*генетических*) артекодов — это неизмеримо хуже, чем просто отказ от тех или иных ценностных ориентаций. Это есть отсутствие способности к воспроизводству ценностей вообще, *утрата социальности* (начало уродливых генетических артефактических мутаций). Катастрофичная в любом обществе, эта утрата в России особо катастрофична. Ибо Россия вне смыслов *теряет буквально всё*.

Удар по «красному» повредил ядро и (генетические артефактические) коды российской культуры. Одно свидетельство тому, что это было не случайно, мы имеем. В пике катастрофы советник президента РФ Ракитов, человек не глупый и образованный, *напрямую заявил, что задача реформы «...состоит в именно в шоковом ударе по ядру культуры, в сломе социокультурных кодов, а не в экономическом трансформировании действительности».* ПОДОБНАЯ ОПЕРАЦИЯ ОЗНАЧАЕТ ПОСЯГАТЕЛЬСТВО НА ИСТОРИЮ. Свидетельство Ракитова значимо для нас лишь как фиксация неслыханного плана, того, как это началось (а началось это задолго до краха красного империума — СССР).

Любая личность, любящая свою страну, оказалась ЗАЛОЖНИЦЕЙ совершённого. И *потеряла право на абстрактный выбор* собственной смысловой ориентации. У нас больше нет выбора.

4. «...такая партия...»

Мы обязаны произнести правду. Мы обязаны сказать, что удар по красному смыслу — это не преступление и не предательство отдельных

лиц! Это — преступление партийного Муравейника. Сегодня, в преддверии нового предательства, я вынужден делать то, что мне по-человечески глубоко претит. Но я не имею права отделять «рядового коммуниста» от «виновного в измене начальства». Рядовой коммунист не имел права уклоняться от самоопределения в условиях шабаша конца 80-х годов. Любые ущербные действия были бы лучше морока муравьиного ликования. «Бандерлоги» плясали танец идиотского восторга в момент, когда подписывали себе и стране *смертный приговор*.

Партия с гордым названием КПСС вела себя по-муравьиному много раз. 28-й съезд — лишь высшее проявление подобного поведения. Мы стали заложниками этого предательства и обязаны сейчас забыть собственные смысловые предпочтения и спасать от истребления и Красный Смысл, и страну. Но мы должны отдавать себе отчёт в том, что истребление творится не столько «посторонними» типа Ракитова, сколько теми, кто лживо присягает красному смыслу.

Нынешняя «вторая когорта предателей» сильно отличается от первой, собственно перестроечной. У первой когорты могли сохраняться хоть какие-то иллюзии реформирования, несокрушимости мощи своего государства.

У второй, уже живущей на обломках, такой иллюзии быть не может.

У первой когорты было то оправдание своей «муравьиности», что КПСС не была политической организацией. Не было опыта политической борьбы. А был *опыт радения* в составе конгломерата.

Но всё это было до 1991 года. У членов КППРФ есть возможности выбора, есть опыт разгромов за счёт политических провокаций. Есть и какой-то опыт политической борьбы. В этих условиях предательство ими красных смыслов и подрыв их действиями смыслового субстрата в российском обществе — уже категорически неприемлемы. Вот почему, говоря о новых «имперских левых», мы должны резкой чертой отделить их от ренегатства, от *тех, кто говорит о «концепции устойчивого развития»*.

Либо в ближайшее время партия всерьёз вернётся к Альтернативизму, либо её не будет. И тогда останется одно — уйти из этого якобы красного, а на деле мёртвого дома. Меня спросят — куда? Нет дома, в который можно уйти. Но лучше уйти, чем умирать медленной комфортной смертью Духа в элитных кабинетах «большого думского стойла». Пора также перестать демонизировать красное или, наоборот, чуть ли не приравнивать его к христианству.

5. *Метафизика красного*

Мне представляется, её смысл в следующем.

- 1) В остром ощущении вселенского катастрофизма, который бросает вызов смыслу существования человечества, смыслу Истории (враги Истории и Культуры — у нашего порога).

Этот вызов в разных ипостасях Красного Смысла раскрывает себя по-разному. Дерзкая метафорическая мысль ранних Стругацких о возможности силами людей преодолеть *схлопывание Вселенной* ближе к высокому Красному Смыслу, чем десять томов правомерно-умеренно-патриотичного Подберёзкина.

Человек как строитель Космоса — вот человек Красного Смысла.

Здесь — стык этого смысла с разными вариантами богостроительства — от Горького и Луначарского до Богданова и Ильенкова. Говоря о последних двух, не могу не отметить другой вариант борьбы с космическим роком. И Богданов, и Ильенков не знали о модели схлопывающейся Вселенной. Их вариант космизма выбрал своим врагом рок второго закона термодинамики — остывание Вселенной. Они, обсуждая конечные цели человечества, приходят к идее великого вселенского пожара, раздутого для того, чтобы преодолеть надвигающийся холод «пространства бесполого».

Отмечу, что неогегельянец Ильенков, последовательный «проникатель» в «Капитал» Маркса, и неокантианец, анти-марксист Богданов, — во всём остальном были диаметрально противоположны.

- 2) Оптимистическое (у ранних Стругацких) и пессимистическое (у упомянутых «огнепоклонников») ощущение бого- и космостроительной роли человечества продлевает *христианскую близость твари и Творца* до уровня соучастия человека в огромном и непомерном.

(V: Ничего здесь непомерного нет. Надо говорить не о «холодном космосе», впадая в натурализм, а помнить о *метафоричности* всех этих концепций. Речь-то идёт о Космосе Культуры и об Истории, на которые посягают не какие-то демоны, а *тоже люди* (хотя и нелюдь!). Но ведь то, на что посягает нелюдь, сделано и делается *людьми*. Что ж тут непомерного. Это же дело *наших рук*. Тут уже не требуется соучастие, когда есть участие. Надо участвовать умно и неотступно. Отступничество — второй смертный грех после *трусости*.)

Для того, чтобы это соучастие стало возможным, человек должен

стать «третьей силой» на весах равновесия двух антагонистов — Добра и Зла. Света и Черноты.

Такой дуализм, на первый взгляд, возвращает к манихейству. Но это не так. Да, Красный Смысл вводит непредсказуемость, но он не делает Зло Добром, не молится Черноте. Он создаёт ситуацию человекозначимости и мобилизованности высшего человеческого начала на борьбу со злом.

При всём уважении к христианству и Православию, могу сказать, что эта конфессия *не может* создать тех мобилизационных напряжений в борьбе со Злом, которые создаёт Красный Смысл. Для христианина дьявол — это заблуждение, «обезьяна Господа Бога», тот, кто не может построить Чёрный замок. Для красного метафизика, видевшего Хатынь и Освенцим, Чёрный замок реален. *Зло творчески состоятельно и автономно.* Его конечная победа возможна. *Возможна черная дыра Истории.* И это (опасение) базируется не на откровениях, а на том, что (нечто совершенно ужасное) может сегодня дать наука на её переднем крае, — там, где она оперирует Смыслом (на потребу Злу).

Признание возможности конечной победы Зла означает не капитуляцию, но, напротив, требование предельной мобилизации, дабы не допустить Катастрофы.

- 3) Красный дуализм неизбежно пересекается с предельным антифашизмом. Это неизбежно вообще. Для Красного Смысла Вторая мировая война, будучи Великой отечественной, не перестаёт быть *мировой и космической.*

Это *не последняя* из предельных войн. Это война, где Зло *назвало себя* и прямо пошло под чёрным знаменем смерти. Война, где противник восславил Ад и доказал, что способен строить Чёрные замки.

КАК жить дальше, встретившись с такой Чернотой? Это касается и европейских либералов, не извлёкших уроков из «Чёрного взрыва» 20-40-х годов и проявивших готовность сотрудничать с Чернотой, борясь со своим вчерашним союзником и спасителем. Это заигрывание с Чернотой. Нельзя верить во всех богов, исповедовать сразу все истины и все смыслы! Это — дорога в никуда, химера постмодернистской игры.

Красное выбирает вечный, онтологический бой со Злом.

- 4) Необходимо чётко отделить красный дуализм от сатанизма и от *гностиков*, разобраться с противопоставлением духовности и материализма. Красное основано на предельном сочетании материализма и духовности, а не на противопоставлении одного другому. Материя для Красного не есть низшее. Свет выдвинул

против Тьмы высшее, что он мог — «просветлённую материю». Внедрение в материю Тьмы привело к тому, что материя превратилась в тленную.

Окончательная задача Света — очистить материю перед последней (эсхатологической!) схваткой, бороться за спасение материи как высшего начала. Враг Света и человечества пытается убедить человечество в том, что оно должно уйти из «тленной» материи. Удайся ему эта онтологическая провокация, победи гностицизм с его *псевдо уходом из материи* — и эсхатология попадёт в Чёрную ловушку. Поэтому борьба с гностицизмом является важнейшей миссией красного дуализма.

- 5) Красное означает «перегрев» Души, взявшей на себя высшие функции Духа. В этом особом состоянии совмещаются аскетизм и любовь к жизни. Жизнь поднимается до мистерии и наполняется сверхзначением души.

Душа и Время тождественны (много об *этой* роли времени было сказано известным отечественным астрофизиком Козыревым).

- 6) Из вышесказанного вытекает История как Сверхценность. Красное не просто признаёт историю. В своём историзме Красное созвучно христианству, которое впервые поставило историю на пьедестал. Но в христианстве есть уровень внеисторического. В нём обещано снятие времени. В красной метафизике время не снимается, а освобождается и претворяется. Как и материя.
- 7) Всё вышесказанное уже предопределяет понимание Красным значимости нового гуманизма. Всё красное есть последний шанс гуманизма. Как Чёрное есть последняя надежда Зла на то, что с гуманизмом будет покончено.

Судьба мира будет решена человеком. Каким? Это следующий вопрос, раскрывающий специфику Красного смысла.

- 8) Красный Смысл возвышает человека, говоря о «новом человеке».

Это опасная тема! Тема, где Красное и Чёрное, действительно, начинают соприкасаться. Но для Чёрного новый человек — *сверх-зверь-человек* — концентрат антигуманного. В НЁМ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ЛЮБВИ.

Новый человек красной метафизики — это сверхконцентрация любви и того гуманизма, который сам обновляется в новой «светоантропологии». Трансформация материи и культ просветлённой материи не могут не соотноситься с темой личностного телесного *бессмертия*. Но речь идёт не о телесном воскрешении, как у Н.Ф. Фёдорова, а скорее о том, что просвечивает в христианской мистике...

В коротком тексте трудно даже перечислить проблемы и ипостаси Красного Смысла. Этот Смысл существует, он *сверхреален*. Красная звезда не является подобием такого же начертания в эзотерике.

Сегодня 70 лет истории Отечества возложили на алтарь банальности.

Кто и зачем это делает? *Всё те же*, кто правили этим Именем, пользовались от этого Имени всем, что даёт власть, душили и давили за лишнюю сотку приусадебного участка или одно неосторожное слово, а потом, так и не поняв ничего в тайне Власти и Имени, обрушили державшуюся на Имени страну? А теперь хотят, убив Имя и превратив его в фарс, *въехать в очередной предел собственности*.

Этому не бывать! Как не бывать и навязанному нашему Отечеству комплексу неполноценности. ТАЙНА ВЕЛИКОЙ ЛЮБВИ СУЩЕСТВУЕТ. Как существует и величие Смысла.

Вначале — этим Смыслом повели в бой. Потом его оглушили. Потом отняли. Теперь ещё более оглушают, и в этом мертвенно-фарсовом облике пытаются возвратить обществу, чтобы добить окончательно.

Точно знаю — не выйдет.

Это Россия! Здесь к Смыслу особый счёт. Несмотря на всё, нами пережитое, *это-таки всё ещё так*.

Кузнецов П.Г.

Придется подвести итог всей жизни¹⁰

Я вернулся из санатория с седьмым инфарктом (между прочим без всякого напряжения или усилия бросил курить) — еще один признак, что пора закругляться.

Последний толчок к этому закруглению для меня дало выступление Святейшего Патриарха Московского и всея Руси Алексия II: «БОГ. ЧЕЛОВЕК. МИР» (в книге «Православие и экология». Изд. Московского Патриархата. Отдел религиозного образования и катехизации. 1997).

* * *

Я думаю, что в настоящее время отсутствует полноценная ТЕОРИЯ ДЕНЕГ, что и дает возможность мировым банкирам «играть в свои игры».

Я думаю, что мне надо принять гипотезу: УЖЕ ВСЕ ПРИЗНАЛИ УЧАСТИЕ В МИРОВОМ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ — МВФ И МЕЖДУНАРОДНОГО БАНКА.

Размеры нашей планеты ограничены, что дает две альтернативы:

1. Сохранить «золотой миллиард» и геноцид для 5 миллиардов.
2. Начать регулярное освоение Космоса, где хватит места для всех будущих поколений.

Проблема:

Как сделать эту идею привлекательной для банкиров и показать, что это возможно, не прибегая к геноциду?

В отличие от армии, где действует правило: «Приказ командира — закон для подчиненного», в науке нельзя ПРИНУЖДАТЬ, а можно лишь УБЕЖДАТЬ. И только этот путь остается для меня. Еще 5 часов назад и собирался плюнуть на все, так как на Земле 6 миллиардов человек и среди них не менее тысячи ученых, занятых этой же проблемой. Но вспомнив свой опыт разработки системы управления при создании систем жизнеобеспечения для Космоса, а также предыдущий лагерьный опыт — решил приступить к этой работе.

Хотя и я являюсь соавтором пары книг, написанных в основном с моих слов и магнитофонных записей, — это должен быть другой текст — текст для миллиардов как живущих, так и их потомков.

¹⁰ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному 5 октября 1998 г. (версия 2, более полная). Публикуется впервые.

Наука

Известно, что не каждая последовательность слов является научной теорией. Наука нашей страны избалована писанием монографий, которые придают «научный вес» авторам.

Я не могу писать такой текст, так как я отхватил 10 лет лагерей только за один свой ЗАМЫСЕЛ. Я боевой офицер-разведчик, танкист — вдруг понял, что я, как принято говорить сегодня, профессиональный «киллер» — убийца, который умеет только профессионально убивать других людей.

Я взялся за книги, так как тяжелое ранение явно прерывало мою военную карьеру. Так возник вопрос: «Ради чего жить? Кто Я, кто МЫ, живущие на этой Земле?».

При чтении книг классиков (имея 19 лет от роду) я встретился с вопросами, которые они оставили науке будущего, а про себя подумал, что эта пара очень наглая — как это так — великий Ньютон — индуктивный осел. Не много ли, ребята, Вы на себе берете?

Вот для ПРОВЕРКИ на достоверность всего написанного, включая вопросы к науке будущего, я подумал о создании научного студенческого общества, которое должно научно ответить на возникшие сомнения.

Я сразу назову научные проблемы, завещанные науке будущих поколений:

1. Почему в эволюции Космоса возникает органическая Жизнь или она существует от века? Каково место человека в этом космическом процессе?
2. Куда девается излучаемая бесчисленными звездами лучистая энергия, может ли она снова сосредоточиться и начать активно функционировать? Если нет, то Вселенную ждет тепловая смерть, а в этом случае и сама человеческая жизнь лишается всякого смысла.

Мне казалось, что я могу найти в современной науке ответы на эти вопросы, а их постановка классиками не сравнима с 24 проблемами Гильберта, завещанными для решения математической науке.

Хотя меня посадили на 10 лет, но сами-то вопросы остались. Я выбрал одну проблему — проблему органической жизни, полагая, что ее решение даст ответ на вопрос: Зачем мы люди нужны безграничному Космосу?

С 1944 года по 1998 год — наряду с другими вещами — именно этой проблемой я и занимаюсь более 50 лет.

Особенно много мне дал лагерь, где меня учили замечательные ученые различных профессий. Однако уже в 1947 году у меня мелькнула догадка: «А может это не два РАЗЛИЧНЫХ, а две стороны одного и того же вопроса?».

Проверке этой гипотезы я и посвятил свою жизнь...

Исходным пунктом этой связи для меня послужило митогенетическое излучение, открытое Александром Гавриловичем Гурвичем в 1923 году (по данным академика П.П. Лазарева: Сочинения, Т. 2. стр. 313. Изд. АН СССР, 1950). По данным других источников называется 1924 г. Это ультрафиолетовое излучение не только стимулирует деление клеток, но и сопровождает все виды обмена веществ в организме. Этот вопрос мы почти с месяц обсуждали с академиком Василием Васильевичем Париным, который сидел в лагере вместе со мной.

И именно тогда В.В. Парин понял, что нет для меня в жизни более важной проблемы — что попытка решения этой проблемы — и есть моя **ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ ЖИЗНЬ**.

Кузнецов П.Г.

Литургия «Общее дело»¹¹

Существует ли дело, которое касается каждого человека, живущего на нашей планете. Фактически здесь идет речь о «смысле жизни», о поиске каждым человеком своего места в необъятном и безграничном космосе. И хотя каждый человек мал по сравнению с Космосом — он ему (Космосу) НЕОБХОДИМ!

Грешен и автор, который искал ответ на этот вопрос более пятидесяти лет, надеясь найти его у Науки. Искал я ответ на этот вопрос у представителей различных конфессий, многих из которых я встречал за 10 лет сталинских лагерей. Одним из наиболее образованных собеседников по этим вопросам был у меня иезуит пан Александр Куртна (которого, после его освобождения, многие знали в Эстонии).

Наше согласие было достигнуто на пути следующего рассуждения:

«Мы живем в мире ДВИЖЕНИЙ. Только движения воспринимаются органами чувств и физическими приборами». Пан Куртна — иезуит — считал меня материалистом, что и породило следующую сентенцию:

«Вы, материалисты, считаете источником наших ощущений и показаний физических приборов — ПРИРОДУ, а мы — идеалисты, считаем источником наших ощущений — АБСОЛЮТНЫЙ ДУХ или БОГА. И чем лучше наука постигает этот безграничный мир ДВИЖЕНИЙ бесконечного Космоса, тем лучше она постигает величие замысла Творца!».

Я, будучи ученым, считал, что такая постановка вопроса, открывает для науки ВОЗМОЖНОСТЬ ПОСТИЖЕНИЯ ЗАМЫСЛА ТВОРЦА.

Моя научная тематика была связана со вторым началом термодинамики, известным также как «закон роста энтропии». Я полагал, что вся совокупность явлений органической жизни, включая человека и ЧЕЛОВЕЧЕСТВО, состоит в БОРЬБЕ против всех проявлений второго закона термодинамики, в БОРЬБЕ против возрастания энтропии. И если замысел Творца действительно существует, то не является ли он именно такой задачей для ЧЕЛОВЕЧЕСТВА КАК ЦЕЛОГО, вне зависимости от конфессий, цвета кожи и национальностей?

¹¹ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному 15 ноября 1997 г. (версия 2, более полная). Судя по последним абзацам, этот текст был задуман как письмо кому-то из деятелей русской православной церкви. Публикуется впервые.

Нетрудно видеть, что все мои основные публикации посвящены этой тематике (следует принять во внимание мою десятилетнюю отсидку в лагерях, который продолжились бессрочной ссылкой в Красноярский край).

Я был реабилитирован в марте 1956 года, когда мне и предоставилась возможность изложить свою точку зрения на эволюцию Космоса и роль ЧЕЛОВЕЧЕСТВА в этом эволюционном процессе. Это произошло в Институте философии АН СССР, что послужило основой публикации в статье «Жизнь» «Проблема жизни и второй закон термодинамики» (во 2 томе «Философской энциклопедии», вышедшем в 1962 г.). Указав даты первых публикаций по этой теме, я хотел показать, что эта тема для меня не нова.

Мне удалось найти большую группу выдающихся ученых, которые разделяли эту позицию. Наиболее ярко эта позиция развивалась отцом Павлом Флоренским и целым рядом православных священнослужителей.

Но, и этого нельзя не отметить, что газета «Правда» дважды выступала против этой позиции, используя подписи академиков-физиков, некоторые из которых были нобелевскими лауреатами.

Поскольку моя жизнь протекала между ящиками (когда лагерными, когда почтовыми) — эта «кочка» зрения физиков никак не сказывалась на моей практической деятельности. Мною был предложен метод оценки разделения многокомпонентных смесей (включая смеси редких земель) по минимуму затрат на понижение энтропии. Именно в этих процессах ЧЕЛОВЕЧЕСТВО имеет своей ЦЕЛЬЮ — БОРЬБУ против энтропии, так как разделенная смесь и обладает минимум этой величины. В этих работах сочетались мои теоретические и практические ЦЕЛИ.

И вот, находясь в своеобразной научной «изоляции» (хотя у меня множество друзей, разделяющих мою точку зрения), как ВЗРЫВ, как ОТКРОВЕНИЕ явилось выступление Святейшего Патриарха Московского и всея Руси Алексия II: «БОГ. ЧЕЛОВЕК. МИР» (в книге «Православие и экология». Изд. Московского Патриархата. Отдел религиозного образования и катехизации, 1997).

В настоящее время, когда прекратилось гонение на церковь, может найтись много сторонников этой точки зрения. И великую цель — ЛИТУРГИЮ, т.е. «ОБЩУЮ ЦЕЛЬ» ЧЕЛОВЕЧЕСТВА — могут превратить «в мелкую разменную монету бюрократии».

Мне 73 года. Единственное мое желание — встретиться со Святыми Отцами, которые разделяют Вашу точку зрения на «Общее дело» всего Человечества, на превращение наступающего хаоса в Космос.

Я главный конструктор систем жизнеобеспечения для космических полетов. Вместе с академиком В.В. Париным (который тоже сидел со мной в лагере) — мы мечтали о выполнении первой заповеди — «Возделывать сад Эдемский». Этой же задаче и была посвящена моя деятельность (по «закрытой тематике») с 1975 года.

Прошу не отказать в моей просьбе, так как сформулированная Святейшим Патриархом Московским и всея Руси Алексием II — точная формулировка «Общего дела» для всего ЧЕЛОВЕЧЕСТВА III тысячелетия, — есть задача, которая не только не достигла понимания, но еще и не поставлена перед всей мировой наукой.

Кузнецов П.Г.

Тождество и противоположность грамматических и логических форм¹²

Работы Канта привели к ясному осознанию АНТИНОМИЙ. Кант пытался построить «аксиоматическую теорию Вселенной», частными случаями которой были бы все известные и будущие научные дисциплины. Но замысел потерпел неудачу, так как в аксиомах теории такого типа «предикаты», т.е. КАТЕГОРИИ, встречаются противоположными ПАРАМИ. Так, например, можно принять аксиому: «Мир конечен в пространстве». Но нет оснований отказываться от аксиомы: «Мир бесконечен в пространстве». Здесь и кончилась старая формальная логика и здесь же расположено «величавое открытие Гегеля». После принятия одной из двух противоположных аксиом мы оказываемся не в состоянии доказать ИСТИННОСТЬ нашего выбора. ЭТОТ ЖЕ САМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ НЫНЕ ИЗВЕСТЕН В МАТЕМАТИКЕ КАК ТЕОРЕМА ГЁДЕЛЯ.

Нашему выбору аксиомы ПРОТИВОСТОИТ аксиома с противоположным предикатом или категорией.

Следующий шаг и был сделан Гегелем, который показал, что все подлинные понятия, которыми пользуется разум, обязательно содержат ВНУТРИ СЕБЯ категориальные пары, т.е. являются «внутренне противоречивыми». Сделав этот шаг, он и получил возможность сделать то, что не мог сделать ни один логик по профессии до него: он и дал ПЕРВУЮ КЛАССИФИКАЦИЮ ЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ, указывая их отличие (и даже противоположность) от ГРАММАТИЧЕСКИХ ФОРМ.

Так, например, логическая форма «СУЖДЕНИЕ» представляется в виде «субъекта» и «предиката», соединенных либо связкой «есть», либо связкой «не есть». Если субъект есть нечто «единичное», а предикат — нечто «всеобщее», то мы имеем дела с логической формой суждения. Так грамматические предложения типа: «Иван есть человек», «Жучка есть собака» или «Роза есть растение» представляют собою СУЖДЕНИЯ. Их «субъекты» — Иван, Жучка, роза — представляют собою нечто «единичное». Их «предикаты» — человек, собака, растение — представляют собою нечто «всеобщее». Логической ОСНОВОЙ для выделения логической формы суждения является простой факт, что связка

¹² Текст публикуется согласно изданию: Ильенковские чтения-99: сб. тез. выступл. на Междунар. науч. конф., 18-20 февраля 1999 г. — Москва-Зеленоград, 1999. — С. 109-113.

«есть» связывает «категориальную пару» или «диаду». Грамматическое предложение «Солнечный свет нагревает крыши домов» представляет собою логическую форму суждения, так как связывает «причину» (солнечный свет) со «следствием» (нагревание крыш домов).

Человек «мыслит категориями» в том смысле, что логическая форма «суждения» в любом «синтетическом суждении», по Канту, обязательно соединяет ту или иную категориальную пару. Не будем требовать от Гегеля, что он не до конца выделил «логическую сущность» введенных им же «логических форм». Использование же этих логических форм в анализе конкретных явлений при формировании научной теории было блестяще продемонстрировано К. Марксом. Более того, «Капитал» К. Маркса показывает, что развитие той или иной конкретной области может быть осуществлено только благодаря введению **НОВОЙ КАТЕГОРИАЛЬНОЙ ПАРЫ**, т.е. разработкой и введением в научный оборот новой «**ДИАДЫ**». Примером такой «диады», которой **НЕ БЫЛО** в политической экономии, но которая появилась в результате работ Маркса, является категориальная пара — новое членение капитала на **ПОСТОЯННЫЙ** и **ПЕРЕМЕННЫЙ**. Каков бы ни был элемент капитала, он всегда принадлежит либо к постоянному, либо к переменному капиталу, но эта точная **ДИХОТОМИЯ**, которую обеспечивает использование диад, не является анатомическим ножом и не нарушает **ЦЕЛОСТНОСТИ** капитала при подобном категориальном расчленении. Введение новой категоричной пары при рассмотрении структуры капитала и позволило К. Марксу найти тайну происхождения прибавочной стоимости.

Здесь мы наместили некоторое **РАЗЛИЧИЕ** грамматических и логических форм, но диалектическое мышление обязано каждое **РАЗЛИЧИЕ** довести до **ПРОТИВОПОЛОЖНОСТИ** и «понять» или «схватить» эти противоположности в единстве. Как же это нам сделать?

Заметим, что мы можем высказать **ДВА ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ СУЖДЕНИЯ**:

1. «Грамматическая форма предложения совпадает («есть») с логической формой суждения».
2. «Грамматическая форма предложения **НЕ** совпадает («не есть») с логической формой суждения».

Если бы начали перебирать примеры, то мы нашли бы примеры и для подтверждения первого **СУЖДЕНИЯ** (как логической формы), и для подтверждения второго суждения.

Мы вынуждаем читателя РАЗМЫШЛЯТЬ, т.е. МЫСЛИТЬ. Ведь Есперсен (см. О. Есперсен. Философия грамматики. — М., 1958) призывает нас и грамматистов решать одну и ту же задачу — в каждом конкретном случае разобраться в соотношении, существующем между понятийной и синтаксической категориями. Мы его задачу перевели на «язык» логических форм.

Во-первых, мы сразу же заметим, что то, что Есперсен называет «категориями», в философии можно было называть только 200 лет тому назад. Логическая форма, которая соответствует «мышлению в категориях», имеет вид СУЖДЕНИЯ. Но насколько велик О. Есперсен, который видит, что грамматические «категории» являются бледными тенями «понятийных категорий», которые **ВООБЩЕ НЕ ЗАВИСЯТ ОТ ВИДА КОНКРЕТНОГО ЯЗЫКА!** Насколько это важное положение блестящего ученого-грамматика малоизвестно современным аналитикам «языка науки».

Во-вторых, если и в грамматике, и в логике «категориальные пары» или «диады» будут **ПОНИМАТЬСЯ ОДИНАКОВО**, т.е. в том смысле, в каком категориальные пары понимаются в философии со времен Гегеля, то мы можем продвигаться далее.

В-третьих, логическая форма «суждение» **ВСЕГДА** имеет грамматическую форму ПРЕДЛОЖЕНИЯ. В этом смысле **ВСЕГДА** логическая форма суждения совпадает с грамматической формой предложения. В этом случае мы говорим, что логическая форма суждения есть **ТОЖДЕСТВО** и **ЕДИНСТВО** с грамматической формой. Но... не каждая грамматическая форма предложения является одновременно и логической формой суждения. Существуют такие грамматические формы предложения, которые **НЕ ЯВЛЯЮТСЯ** суждениями, т.е. такие, которые **НЕ-СУЖДЕНИЯ**. Присмотримся к последней форме: мы отрицаем совпадение логической и грамматической форм. В этом случае грамматическая и логическая формы **ПРОТИВОПОЛОЖНЫ**.

В-четвертых, мы должны сделать окончательный вывод: «Какое из двух суждений приведенной антиномии следует считать **ИСТИННЫМ?**» А никакое! По той простой причине, что **ЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМА СУЖДЕНИЯ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ТОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ**, в которой вообще **ВЫРАЖАЕТСЯ ИСТИНА!**

Наивная уверенность старой формальной логики, у которой руки не дошли до анализа **ЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ** (формальные логики запросто могут «суждение» называть «предложением» или «высказыванием»), состояла в том, что «суждения» или «высказывания» делятся на два

класса: на ИСТИННЫЕ и на ЛОЖНЫЕ. Но старик Кант подложил им здоровую «свинью»: он предложил «формально-логическую дефиницию истины». Именно Кант определил истину как соответствие ПОНЯТИЯ — ПРЕДМЕТУ. Старик Гегель схватывает эту дефиницию истины и применяет ее к... самой системе Канта. Что же получается? Если истина есть соответствие ПОНЯТИЯ — ПРЕДМЕТУ, а Кант говорит, что ПРЕДМЕТ есть не что иное, как непознаваемая «вещь в себе», то как можно говорить об ИСТИННОСТИ системы, если «ПОНЯТИЕ» НЕ СООТВЕТСТВУЕТ ПРЕДМЕТУ, т.е. «ВЕЩИ В СЕБЕ».

Вообще Гегель был очень схищный человек: поймав Канта на его же дефиниции, т.е. устанавливая от самого Канта неистинность его системы, ОН ищет у него то место, где эта неистинность будет выражена ярче всего. Находит. Далее цитируем самого Гегеля:

«Если вопрос: что есть истина, заданный логике и получивший ее ответ, составляет для Канта «смешную картину того, как один доит козла, а другой подставляет решето», то вопрос: что есть право и обязанность, заданный практическому разуму и получивший его ответ, разделяет судьбу первого» (Гегель. Политические произведения. — М.: Наука, 1978. — с. 209).

Умели предки быть остроумными. Вернемся к нашему вопросу. Поскольку логическая форма суждения содержит внутри себя КАТЕГОРИАЛЬНУЮ ПАРУ, которая соединена связкой «есть», то здравый смысл будет возражать, если кто-то будет утверждать, что «единичное есть всеобщее» или что «причина есть следствие». Выделив логическую форму СУЖДЕНИЯ, Гегель показал, что эта ЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМА НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ЛОГИЧЕСКИМ НОСИТЕЛЕМ ИСТИНЫ.

Переводя этот вывод на обычный русский язык, можно сказать, что наивная уверенность авторов, которые говорят об «исчислении суждений» или об «исчислении высказываний» которые можно делить на истинные и ложные, покинула ниву философии со времен Гегеля. Логической формой истины является, по Гегелю, «умозаключение».

Именно «умозаключение» и была ПЕРВОЙ логической формой в истории философии. Это позволило К. Марксу сказать, что Гегель ПЕРВЫЙ в истории философии ПОНЯЛ само умозаключение как «логическую форму»; но Гегель изложил ПУТЬ к этому ПОНЯТИЮ в таком виде, что его ДОГАДКА предстает перед взором изумленного читателя как СЛЕДСТВИЕ, как ВЫВОД из его системы.

Кузнецов П.Г.

Зачем нам нужен И. Кант¹³

Молодой Кант обнаружил, что нельзя описать МИР-ВСЕЛЕННУЮ только в утвердительных предложениях и высказываниях. Перед ним возникла проблема — проблема использования уже не утвердительных, а отрицательных утверждений.

Это удалось представить с помощью закона исключенного третьего: либо справедливо утвердительное высказывание, либо — наоборот — справедливо отрицательное высказывание.

Величайшей заслугой Канта является использование настоящих философских категорий — фактически он, в своих АНТИНОМИЯХ, и показал, что сами утверждения, как и их отрицания — можно с одинаковым основанием, как доказать, так и опровергнуть.

Именно здесь возникает ПОНЯТИЕ — КАТЕГОРИАЛЬНАЯ ПАРА.

Если бы великий Кант остановился только на «эстетических категориях», которыми являются ПРОСТРАНСТВО и ВРЕМЯ, мы имели бы прямой переход к кинематической системе физических величин — к КИНЕМАТИКЕ, или, как ее назвал академик Герман в 1716 году — к ФОРОНОМИИ.

¹³ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному 31 января 2000 г. Публикуется впервые.

**Беляков-Бодин В.И., Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б.,
Толстопятов А.А.
Философия и научная теория¹⁴**

«Рассматривая мышление как реальный продуктивный процесс, отражающий себя не только в движении слов, но и в изменении вещей, Гегель впервые в истории логики смог поставить задачу специального анализа форм мышления, или анализа мышления со стороны формы. До него эта задача, как не парадоксально, в логике не возникала, и даже не могла возникать, на что, между прочим, обратил внимание в «Капитале» Маркс:

«Стоит ли удивляться, что экономисты, всецело поглощенные вещественной стороной дела, проглядели формальный состав относительного выражения стоимости, если профессиональные логики до Гегеля упускали из виду даже формальный состав фигур суждения и заключения...» (Das Kapital von Karl Marx. Hamburg, 1867, B.I, S.21).

Труд — процесс изменения природы действием общественного человека — и есть «субъект», коему принадлежит «мышление» в качестве «предиката».

Э.В. Ильенков

I. Метафизическое мышление —

калька примитивного математического мышления

Все знают, какая острая борьба шла между метафизиками и Э.В. Ильенковым. Однако, совершенно очевидно, что кто-то должен был найти тот СТЕРЖЕНЬ, на котором держится и воспроизводится то, что мы называем «метафизическим мышлением».

Наш доклад и посвящен именно этой проблеме. С одной стороны, мы должны показать, что метафизическое мышление возникает не случайно, а с НЕОБХОДИМОСТЬЮ. С другой стороны, мы должны указать, что «метафизическое мышление» — не позволяет решать тех практических задач, которые ставит перед нами наша собственная ЖИЗНЬ!

О необходимости «метафизического мышления» нам говорит сам факт существования... МАТЕМАТИКИ! Да, каждый математик с необходимостью должен быть МЕТАФИЗИКОМ, — В ПРОТИВНОМ СЛУЧАЕ ОН УЖЕ НЕ МАТЕМАТИК!

¹⁴ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному 10 марта 2000 г. (версия 5).

Но было бы глупо утверждать, что среди математиков нет ДИАЛЕКТИКОВ! — и ПЕРВЫМИ ДИАЛЕКТИКАМИ В МАТЕМАТИКЕ БЫЛИ Н.И. ЛОБАЧЕВСКИЙ и Я. БОЙЯИ.

Это они заметили, что все АКСИОМЫ математических теорий встречаются ПАРАМИ, а выбор одной из двух противоположных аксиом — есть выбор, который делает КОНСТРУКТОР МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ!

НО ОНИ ЕЩЕ НЕ ЗНАЛИ, ЧТО ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ аксиомы ПРЕДСТАВЛЯЮТ СОБОЮ КАТЕГОРИАЛЬНЫЕ ПАРЫ — ДИАЛЕКТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ.

У математиков наших дней это принято называть теоремой Геделя.

Мои содокладчики и их работы (как многие и мои) не подлежали публикации из-за цензурных ограничений, что и делает их имена малоизвестными. Все они имеют физико-математическое образование и — кандидаты технических наук.

Из этой части доклада я прошу сделать только один ВЫВОД: МИР МАТЕМАТИКИ — МИР ОБЪЕКТОВ, КОТОРЫЕ ТОЖДЕСТВЕННЫ САМИМ СЕБЕ! Элементы, которые НЕ-ТОЖДЕСТВЕННЫ САМИМ СЕБЕ — называются ПУСТЫМ МНОЖЕСТВОМ. Отсюда очевидно, что весь окружающий нас мир — мир движений и изменений — принадлежит ПУСТОМУ МНОЖЕСТВУ и в таком виде НЕ СУЩЕСТВУЕТ для математики. Это и есть тот СТЕРЖЕНЬ, на котором держится «метафизическое мышление». Как для метафизика, так и для математика «мысленные отображения» — «тождественны самим себе».

Я буду нечестен, если не упомяну отзыв А. Пуанкаре на работу Д. Гильберта «Об основаниях геометрии», представленную на соискание премии Н.И. Лобачевского в 1903 году. Именно там А. Пуанкаре показал, как можно «жонглировать аксиомами», меняя одну из них на противоположную.

II. Разработка новых математических теорий — требование разработки космических систем жизнеобеспечения

При разработке систем жизнеобеспечения, сначала замкнутой экологической системы «лунной станции», а затем Наземного Экспериментального Комплекса (сокращенно — НЭК) — была обнаружена нехватка математических теорий по многим профессиям. В.И. Беляков-Бодин в ноябре 1966 г. поставил вопрос об УМЕНИИ разрабатывать математическую теорию на любую наперед заданную научную область. Через три месяца мною был поставлен вопрос о том, что нам представлено такое УМЕНИЕ — оно продемонстрировано 30-

томным изданием Н. Бурбаки. Возник вопрос о СПОСОБЕ, которым Н. Бурбаки превратил все разделы математики в частные случаи теоретико-множественного подхода?

На правильно поставленный вопрос почти всегда готов и ответ: они ввели нечто вроде «технических условий» или «стандарта» на устройство ЛЮБОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ. Но эти «технические условия» или «стандарт» не были пригодны для ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ТЕОРИЙ.

В работе одного из авторов «Об основаниях математики» [1] содержится ответ на три вопроса:

1. Почему человечество ДОЛЖНО БЫЛО придумать математику?
2. Почему математика устроена АКСИОМАТИЧЕСКИ?
3. Чем отличается ЗНАНИЕ математики от УМЕНИЯ ей пользоваться при решении прикладных проблем?

Здесь мы остановимся только на «стандарте» на любую математическую теорию, который предложен Н. Бурбаки [2]. Любая математическая теория состоит из ТРЕХ составных частей:

1. Язык теории.
2. Аксиомы теории.
3. Правила вывода.

В свою очередь эти составные части состоят из элементов. Так, например, язык теории состоит сам из трех составных частей:

1. Буквы и Знаки. Математики не различают этих символов, но для прикладных теорий их различие существенно. Эта часть языка носит название — АЛФАВИТ.

2. Вторая часть языка содержит некоторые последовательности БУКВ, которые принято называть ТЕРМЫ, ТЕРМИНЫ, СЛОВА. Это — имена объектов, о которых что-то может говориться в теории. Эта часть языка носит название СЛОВАРЬ.

3. Третья часть языка образуется из слов данного выше словаря (и только из слов этого словаря) и ЗНАКОВ, которые соединяют слова данного словаря. Эти образования носят название ВЫСКАЗЫВАНИЙ, УТВЕРЖДЕНИЙ, ФОРМУЛ и СООТНОШЕНИЙ данной теории. У этого раздела пока не было названия, поскольку слово ФОРМАЛИЗМ используется в математике в другом смысле. Нами предложено слово «ФОРМУЛИЗМ», КАК СОВОКУПНОСТЬ ВСЕХ ФОРМУЛ, КОТОРЫЕ МОЖНО ПОСТРОИТЬ ИЗ ТЕРМОВ ДАННОГО СЛОВАРЯ И ДАННЫХ ЗНАКОВ.

Обратим внимание, что число формул в формулизме ЧЕТНО — это связано со знаком отрицания — если есть высказывание A , то есть высказывание и $\text{НЕ-}A$.

2. АКСИОМЫ ТЕОРИИ.

Используя «язык» данной теории, мы имеем право «объявить» некоторые утверждения или высказывания «впредь всегда истинными» в нашей теории. Эта часть «объявленных» высказываний — и есть «постоянные аксиомы» нашей теории. Кроме того, некоторые высказывания мы можем определить как «истинные» для данного случая. Такие «аксиомы» мы назовем «временными». В обыденной жизни их называют «условиями»: начальными, краевыми, граничными и т.д. При изменении условий мы решаем новую задачу в рамках неизменной теории. Однако, если мы заменим одну из «постоянных аксиом», то мы перейдем к НОВОЙ ТЕОРИИ. ВПЕРВЫЕ В МАТЕМАТИКЕ

ЭТО БЫЛО СДЕЛАНО Н.И. ЛОБАЧЕВСКИМ и Я. БОЙЯИ.

3. ПРАВИЛА ВЫВОДА.

«ПРАВИЛА ВЫВОДА» — ЭТО ПРАВИЛА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОДНОЙ ФОРМУЛЫ В ДРУГУЮ БЕЗ ПОТЕРИ «ИСТИННОСТИ».

Фактически это и есть «стандарт» на устройство любой математической теории, введенный группой, которая называла себя Н. БУРБАКИ.

Только теория, которая соответствует этому «стандарту» может быть передана вычислительной машине и будет давать предсказания, для которых верны аксиомы нашей теории.

III. Особенности языка и утверждений математической теории

По исторической традиции — высказывания, утверждения, формулы и соотношения данной математической теории принято делить на ИСТИННЫЕ и ЛОЖНЫЕ. Однако, еще более ста лет тому назад было замечено, что высказывание не является той ЛОГИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ, которая выражает истину. Более того, сами высказывания и утверждения также уже давно не рассматриваются как ЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМЫ, способные выражать истину.

Логическая форма суждения состоит из «субъекта» и «предиката», каждый из которых представляет из себя ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ КАТЕГОРИИ. Фактически это означает, что СЛОВАРЬ математической теории, если теория ориентирована на приложения, должен состоять из категориальных пар.

Между «субъектом» и «предикатом» вставляются связки — «ЕСТЬ» или «НЕ-ЕСТЬ», а их заполнение требует учета реального содержания.

Классическим примером является членение капитала на «основной» и «оборотный». Но тот же капитал можно столь же дихотомично членить на «постоянный» и «переменный».

Менее известной дихотомией является категориальная пара «СВОБОДА-НЕОБХОДИМОСТЬ». Категория «необходимость» порождена наличием у человека «неустрашимых нужд» — дыхания, питья, питания и т.п. Широкое объединение этих неустрашимых нужд (они же неустрашимые ПОТРЕБНОСТИ) и приводит нас к категории НЕОБХОДИМОСТЬ. Теперь, как это отметил еще Гегель, эти категории не могут рассматриваться ПОРОЗНЬ, а только в паре. Можно говорить о СВОБОДЕ ОТ НУЖДЫ, но разрыв этой категориальной пары приводит к СВОБОДЕ как ПРОИЗВОЛУ или БЕСПРЕДЕЛУ.

Известно, что сколько раз не произноси слово «сладко» — во рту слаще не станет. По этой причине мы назовем ЧЕТЫРЕ ШАГА работы с логической формой СУЖДЕНИЯ, а затем продемонстрируем использование этой логической формы. Мне неизвестен этот метод работы с логической формой в литературе. Для меня, С.Б. Пшеничникова и А.А. Толстопятова — он появился как аналог «постулатов обобщения» Г. Крона [5].

Между прочим, чтобы не терять из виду своего человеческого БУДУЩЕГО, заметим, что если масса людей будет удваиваться за столетие, то всего через 5 тысяч лет масса людей будет в 50 раз больше массы Земли. Нам не приходилось видеть, чтобы философы привыкли обсуждать судьбы человечества, считая 5000 лет — «текущим моментом».

Но это не означает, что не существует «текущего момента» на данной стадии развития человечества. В качестве «простейшей задачи» мы можем рассматривать разработку системы жизнеобеспечения.

В этом смысле мы будем рассматривать систему жизнеобеспечения с нормировкой на миллион жителей. Каждый из нас имеет 24 часа личного времени в сутки. В году можно считать 365 дней. Это означает, что каждый из нас имеет личный бюджет времени в 8 760 человеко-часов в год. Не менее очевидно, что один миллион жителей в течение года имеет бюджет уже не «личного», а «социального» времени 8 760 млн. человеко-часов в год. Очевидно, что это было в древнем Египте, древнем Риме, при феодализме и т.д. Принимая эту величину ЗА ЕДИНИЦУ, мы и можем использовать дихотомию нашей категориальной пары: полное

Именно здесь и появляется Гегель (хотя указание на это можно найти и у Фихте, но исторически «замыкание» совершал уже Николай Кузанский) — он **ОБЪЯВЛЯЕТ**, что будет рассматривать **ТОЛЬКО ТАКИЕ** причинно-следственные цепочки, где **ПОСЛЕДНЕЕ СЛЕДСТВИЕ** есть, одновременно, и **ПЕРВАЯ ПРИЧИНА**. Шаг, совершенный Гегелем в философии, совершен Понселе в лекциях по математике (по проективной геометрии), в русском плену после войны 1812 года в Саратове. Аффинная прямая пополняется «**НЕСОБСТВЕННОЙ ТОЧКОЙ**», превращаясь в проективную прямую. Последняя, как известно, является **ЗАМКНУТОЙ** линией, но **ОТЛИЧНА** от окружности именно наличием «несобственной точки».

Нарисуем теперь проективную прямую и найдем ее **ОТЛИЧИЯ** от аффинной прямой:

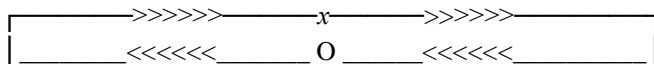


Рис. 2

Нетрудно видеть, что мы получили **ОРИЕНТИРОВАННУЮ ПРЯМУЮ**, а «начальная» точка бывшей аффинной прямой уже не является точкой, из которой выходят **ДВА ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ «ЛУЧА»** (понятие «ЛУЧ» для ориентированной **ПОЛУПРЯМОЙ** безнадежно утрачено, хотя это «**ОБРАЗ**»!!! **НАТУРАЛЬНОГО РЯДА!**). Картина на **ПЛОСКОСТИ** еще интереснее: **ВСЕ ПРОЕКТИВНЫЕ ПРЯМЫЕ ПЕРЕСЕКАЮТСЯ В ОДНОЙ ТОЧКЕ**, КОТОРАЯ СЛУЖИЛА «НАЧАЛОМ» В АФФИННОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ! **ПЛОСКОСТЬ — «ПРЕВРАТИЛАСЬ» В ПОЛУ-ПЛОСКОСТЬ** и стала «односторонней» поверхностью!

Я не знаю, «видел» ли такую проективную плоскость Клейн, но он назвал только одного человека, который его **ПОНЯЛ** по поводу **ЕДИНСТВЕННОСТИ** точки пересечения проективных прямых. Клейн по этому поводу писал:

«Конкретно речь идет об ошибке, которая постоянно встречается у Гельмгольца и у многих других. Интерпретируя на сфере неевклидову геометрию с суммой углов треугольника, большей p , они приходят к выводу, что любые две кратчайшие линии должны пересекаться в двух точках. Но на проективной плоскости — даже в случае мнимого конического сечения, взятого в качестве абсолюта, — любые две прямые пересекаются только в **ОДНОЙ** точке! Этот пример показывает, что при интерпретации какой-либо **МЕТРИЧЕСКОЙ** геометрии на кривой поверхности надо принимать во внимание **СВЯЗНОСТЬ** последней.

Проективная плоскость имеет необычную связность, которая отличается от связности сферы: она представляет собой **ОДНОСТОРОННЮЮ** поверхность, подобную листу Мебиуса, но при этом она еще и **ЗАМКНУТА**. Во вполне отчетливом виде эти вещи были высказаны мною только в 1874 г. в переписке со Шлефли (Math). Annalen, т. 7, стр. 549-550).

Я мог бы рассказать и о многих других деталях этого сложного процесса, который зачастую бывал отягощен разного рода затруднениями, однако я ограничусь тем, что было уже сказано. Эти сражения отражены в соответствующих томах Math. Annalen (в особенности в 37-м томе). И лишь одно имя мне хотелось бы еще упомянуть здесь — имя Клиффорда. Я вспоминаю о нем с особой радостью как о человеке, который сразу понял, а вскоре и превзошел меня» (Ф. Клейн «Лекции о развитии математики в XIX столетии». М. Наука. 1989. стр. 175-176).

V. Создание новой техники — путь к методу ВОСХОЖДЕНИЯ

Любой главный и генеральный конструктор вынужден ПРАКТИЧЕСКИ осваивать метод Гегеля — мои друзья — Бартини, Болховитинов, Антонов и др. не просто владели методом, но и регулярно им пользовались.

Я помню чуть ли не детский восторг, который охватывал всех, кто при создании крупных систем вынужден был использовать «метод критического пути». Только некоторое время спустя было замечено, что ЧЛЕНЕНИЕ общей задачи на части, СОХРАНЯЮЩЕЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ разделенных частей, есть особая область знания. Эта задача была успешно решена Г. Кроном.

В наших системах «листы согласования» играют роль «штепсельных разъемов», превращающих разрозненные элементы системы в ЦЕЛОЕ.

Что касается возможности сравнивать различные системы управления, то, как отметил В.И. Беляков-Бодин, они различаются лишь списком вопросов, с которыми к ним можно обращаться, и степенью детальности, с которой можно получить ответ на заданный вопрос.

Так появилась система «СКАЛАР», которая пригодна для записи любых, сколь угодно крупных проектов.

Данное выступление показывает, что только совместными усилиями математической физики и диалектики мы сможем уверенно войти в науку третьего тысячелетия.

МАТЕМАТИКА

Кузин Л.Т., Кузнецов П.Г., Петров А.Е.
*Тензорный анализ сетей Г. Крона и его роль в проектировании систем*¹⁵

Предисловие редакторов перевода

С именем известного американского инженера и ученого Габриэля Крона связаны едва ли не самые острые научные споры и дискуссии нашего века. Результаты последовательно развертывавшихся работ этого ученого, публиковавшиеся на протяжении почти 40 лет, постепенно принесли ему широкое признание и выдвинули в ряды классиков науки, однако до сих пор многие идеи Крона остаются до конца непонятными, а его методы не имеют достаточно широкого применения.

Причина такого положения, как объективно объясняет сам Крон, заключается в том, что к построению своих математических концепций он подходит с инженерных позиций, неизбежно допуская определенные неточности и нестрогие утверждения, тем самым навлекая на себя нарекания математиков. С другой стороны, математический аппарат, развиваемый Кроном, достаточно сложный и может быть понят только инженером, имеющим специальную математическую подготовку. Поэтому при его жизни, да и в наши дни инженеры в большинстве своем также не приняли на вооружение теорию Крона, очень часто обвиняя его в математических излишествах.

Однако, как это стало понятно в последнее десятилетие, Крон заложил определенные научно-технические основы нового специалиста, называемого в наши дни инженером-математиком, который способен смело вмешиваться в абстрактные математические теории, деформируя и развивая их применительно к конкретным потребностям инженерной практики.

Начав с построения единой для всех типов электрических машин теории, основанной на введении тензоров, понятия обобщенной машины и неримановой геометрии, Крон в дальнейшем дал обстоятельный анализ использования тензора преобразования при исследовании неподвижных электрических сетей. В предлагаемой вниманию читателя книге подробно излагаются основы синтеза теоретико-множественной и алгебраической (комбинаторной) топологий. Этот синтез представляет собой объединение

¹⁵ Текст публикуется согласно изданию: Крон Г. Тензорный анализ сетей. — М.: Советское радио, 1978. — С. 5-8, 691-697.

аналитического исследования процессов, происходящих в системах, с изучением топологической структуры систем, представленных электрическими моделями.

Затем была создана методика представления самых различных систем, а также фундаментальных уравнений теоретической физики (Максвелла, Шредингера и т.д.) с помощью моделей электрических цепей. На этой основе был разработан метод исследования сложных систем по частям (диакоптика) разделением на части модели исследуемой системы, решения этих частей отдельно с последующим объединением решений отдельных частей в решение всей системы.

Обобщением и объединением всех предыдущих работ явилась разработка Кроном теории полиэдральных сетей и основанных на этих сетях «самоорганизующихся автоматов», которой он занимался в последние годы жизни. Полиэдр, погруженный в магнитогидродинамическую плазму, проявляет свойства самоорганизации и, по мнению Крона, может служить теоретической основой для создания «искусственного мозга». Такие системы, как электрические машины, представляют собой полиэдры 3-го порядка или совокупность 0-, 1-, и 2-сетей. Хотя большая часть исследований, проведенных Кроном, относится к электротехническим и электромеханическим системам, общность введенных им тензорных и топологических методов позволяет говорить также о большом вкладе в единую теорию динамических систем.

В СССР интерес к работам Крона проявился еще в конце 40-х годов, когда в Горьковском госуниверситете под руководством академика А.А. Андропова разбирались и обсуждались идеи Крона в связи с исследованиями возможности создания общей теории динамических систем; А.В. Гапоновым, ныне академиком, проводились исследования по применению его методов. После смерти А.А. Андропова интерес к работам Крона несколько снизился.

В 1965 г. была переведена монография Крона «Применение тензорного анализа в электротехнике» [9], в послесловии к которой редактор, отдавая должное изложенному в книге методу, поставил, однако, под сомнение необходимость применения слишком, по его мнению, сложных тензорных методов.

Новый повышенный интерес к работам Крона возник в конце 60-х годов в связи с развитием вычислительной техники и проблемами создания автоматизированных систем проектирования и автоматизированных систем управления организационными системами и технологическими процессами. В 1968 г. в некрологе, посвященном

Крона, в журнале «Электричество» [10] ученый характеризуется как «основоположник тензорного и матричного анализа электрических цепей и машин, создатель обобщенной теории электрических машин». Его идеи и методы получили развитие в трудах В.В. Хрущева, И.П. Копылова и др. В 1972 г. вышел перевод одной из основных монографий Крона «Диакоптика» [1], а в 1975 г. появилось учебное пособие для вузов, в котором единая теория электрических машин излагается с позицией американского ученого [16].

За рубежом работы Крона всегда привлекали большое внимание ученых и инженеров. Начиная со статьи, опубликованной в 1930 г. [2], с последующей дискуссией, результаты его исследований, представленные в пяти монографиях и более ста статьях, были предметом горячих споров и обсуждений.

Профессор Б. Хоффман, один из сотрудников А. Эйнштейна, посвятил целый ряд обстоятельных статей разбору наиболее тонких понятий теории преобразований Крона. Рассмотрению работ Крона был посвящен специальный выпуск журнала института Франклина [18], его теория развивается в многочисленных статьях и монографиях [11-14]; памяти Крона посвящен сборник статей «Габриэль Крон и теория систем» [3]. Существуют два общества, которые с начала 50-х годов занимаются разработкой и применением в науке и технике идей

Крона. В Японии под руководством профессора К. Кондо с 1954 г. действует «Исследовательская ассоциация прикладной геометрии», выпустившая уже четыре тома мемуаров [5], в которых работы Крона характеризуются как «эпохальные», являющиеся основой для создания в дальнейшем единой теории конструирования инженерных систем. В Англии с 1950 г. действует «Тензорное общество Великобритании» (Tensor Society of Great Britain), выпускающее журнал «Matrix and Tensor Quarterly».

Книга «Тензорный анализ сетей» [15], перевод которой предлагается советскому читателю, вышла в свет в 1939 г., а спустя четверть века, в 1965 г., вышло второе издание, точная копия предыдущего. В книге подробно излагается метод объединения структурных свойств сети, заложенных в диаграмме соединения ее элементов и представляемых тензором преобразования, с функциональными свойствами сети, заложенными в уравнениях ее поведения, в единый аппарат исследования сетей. «Тензорный анализ сетей» — ключ к изучению других работ Крона, в частности, метода диакоптики. По существу, эта книга является подробным изложением

содержания первых двух глав книги Крона «Применение тензоров к анализу вращающихся электрических машин» [17], относящихся к неподвижным электрическим сетям.

Обстоятельное изложение этих вопросов потребовалось потому, что такие понятия, как тензор преобразования, инвариантность мощности, примитивная и ортогональная сеть были (да и сейчас еще остаются) необычными и весьма трудными для восприятия. Даже очень образованные инженеры мало знакомы с тензорным анализом и неримановой геометрией, в свою очередь физики и математики редко интересуются теорией электрических машин. Вот, например, как описывает Б. Хоффман свое первое знакомство с классической статьей Крона «Нериманова динамика вращающихся электрических машин»: «Я собирался не только разобраться в рассуждениях Крона, но и высказать компетентное мнение относительно их справедливости. К моему удивлению я обнаружил, что не понимаю статью. Я мог проследить за вводными рассуждениями, но они вскоре кончались, а приложения относились к вращающимся электрическим машинам, в которых я ни в коей мере не мог считать себя экспертом. В то время я даже ничего не знал о продольных и поперечных осях. Это может шокировать тех, для кого эти понятия стали второй натурой» ([3], с. 20). К сожалению, описанная ситуация, как правило, возможна при изучении практически большинства оригинальных методов Крона. Определенная незаконченность и нестрогость рассмотрения, которая характерна для инженера-математика, явилась причиной критики работ Крона как со стороны математиков (за недостаточную, по их мнению, строгость), так и со стороны инженеров, считавших излишним привлечение абстрактных математических дисциплин к исследованиям конкретных технических систем. Делались, например, неоднократные попытки заменить его тензорные методы матричными, а электрические модели — графами.

Приняв во внимание многочисленные неудачные попытки «исправить» Крона, мы при переводе постарались максимально бережно отнестись к понятиям и терминологии этой классической работы, вплоть до сохранения обозначений. Это было достаточно трудно, поскольку большинство вводимых Кроном понятий не имеют аналогов в русской научной терминологии. Некоторые пояснения к тексту приведены в подстрочных примечаниях. Более подробные комментарии даны в послесловии. Нельзя считать эти комментарии исчерпывающими, поскольку подробный анализ работы Крона потребовал бы специального исследования.

В данной работе помещены два введения автора, в одном, написанном в 1939 г., даны исходные предпосылки подхода и рекомендации для читателей, а в другом (1965 г.) — ретроспектива и перспектива дальнейшего развития теории. Эти введения избавляют редакторов перевода от необходимости написания более пространныго введения. В заключение редакторы перевода благодарят всех, кто способствовал появлению этой книги.

Перевод выполнен Б.И. Калюжным, В.М. Капустяном, И.В. Кузиной, В.П. Мазуриком, А.Е. Петровым, В.И. Хрипуновым.

***Роль тензорного анализа Г. Крона в проектировании систем
(послесловие к переводу книги Г. Крона «Тензорный анализ сетей»)***

В настоящее время стало банальным говорить о необходимости применения математики к решению технических проблем. Остается не очень ясным вопрос о том, что значит «использовать математику» в техническом проектировании. Принимая, что роль математики очень велика, нужно понять ее «историческое назначение». В этом вопросе точка зрения инженера-пользователя не совпадает с точкой зрения математика-разработчика. Эта точка зрения инженера-пользователя и представлена в настоящей книге. Г. Крон пишет, что эта книга написана инженером для инженеров, т.е. тем, кто конструирует большие технические системы, для тех, кто будет конструировать большие технические системы.

То, что в книге Г. Крона называется «геометрическим объектом» — это известный инженеру «объект», который в различных системах координат имеет «различный вид». В этом смысле инженер, использующий математику, не нуждается в «теоремах существования» искомого решения: решение существует всегда. Поэтому обращение инженера к математику за консультацией всегда имеет смысл, и он не натолкнется на ответ математика типа: «Не вижу задачи».

В этой книге не используются «криволинейные» системы координат, т.е. не вводятся операции ковариантного дифференцирования, столь характерные для тензорного анализа. Здесь инженер знакомится с алгеброй тензоров. Для желающих ознакомиться с нарастанием широты обобщений, даваемых Г. Кроном в виде постулатов первого и второго обобщений, можно рекомендовать классические книги О. Веблена («Инварианты дифференциальных квадратичных форм» М., ИЛ, 1948) и О. Веблена и Дж. Уайтхеда («Основания дифференциальной геометрии», М., ИЛ., 1949). Г. Крон дал инженерную интерпретацию этих

работ, используя переход к аффинным координатам и аффинным нормальным тензорам.

«Тензорный анализ сетей» — это фактически введение к другим работам Крона, в том числе к диакоптика. В тензорной теории электрических машин показано, что для любой вращающейся электрической машины можно построить эквивалентную неподвижную цепь; эквивалентные электрические цепи были построены для многих фундаментальных уравнений физики, а также для самых различных технических систем. Диакоптика основана на том, что анализируемая система может быть представлена эквивалентной цепью. Поэтому данная книга не является законченным и логически замкнутым изложением формальной теории, а построена так, что наряду с развитием тензорного анализа неподвижных сетей в ней содержатся многочисленные «перекидные мостики», указывающие путь перехода к другим работам Крона.

Чем же отличаются тензоры сетей Крона от обычных тензоров? Главное отличие заключается в том, что в то время как обычные тензоры обозначают одной буквой набор величин, описывающих некоторую сущность, расположенную в изотропном пространстве топологии, тензоры сетей Крона обозначают одной буквой набор величин, описывающих некоторую сущность, расположенную в анизотропном пространстве совокупности сетей, отличающихся друг от друга способом соединения их элементов, т.е. тензоры Крона относятся к дискретной структуре системы.

Традиционные тензоры суть геометрические объекты, компоненты которых, записанные в некоторой системе координат, при переходе к некоторой другой системе координат преобразуются по определенным правилам.

$$A_{\beta_1 \dots \beta_m}^{\alpha_1 \dots \alpha_n} = C_{\alpha_1}^{\alpha_1'} \dots C_{\alpha_2}^{\alpha_2'} C_{\beta_1}^{\beta_1'} \dots C_{\beta_m}^{\beta_m'} A_{\beta_1' \dots \beta_m'}^{\alpha_1' \dots \alpha_n'}$$

где

$$C_{\alpha_r'}^{\alpha_r} = \frac{\partial x^{\alpha_r}}{\partial x^{\alpha_r'}}$$

— матрица преобразования, элементы которой составляют якобиан перехода от старой системы координат к новой системе координат.

Роль системы координат играют всевозможные виды осей (прямолинейные, криволинейные и т.д.), расположенные в непрерывном

пространстве. Роль осей систем координат в дискретном пространстве сетей играют пути, образуемые элементами сети (катушками). Пути бывают двух видов — замкнутые и открытые. Первые Крон называет контурами, вторые — узловыми парами. Эти два вида путей образуют два ортогональных и взаимодополняющих друг друга подпространства в пространстве сети, поэтому существует два вида систем координат — контурные и узловые. Все величины в сети записываются в терминах координатных осей двух подпространств: m — контурных осей и k — узловых пар, между которыми существует соотношение $k + m = n$, где n — число катушек, задающее размерность пространства сети.

Преобразование систем координат в этом пространстве заключается во всевозможных пересоединениях n катушек в сети различными способами, что приводит к взаимному изменению числа контуров и узловых пар, а также к тому, что вместо старых путей в качестве системы координат выбираются новые пути. В этом смысле все сети, состоящие из одних и тех же n катушек, могут рассматриваться как одна и та же сеть, но представленная в различных системах координат. Поэтому различные сети, отличающиеся друг от друга лишь соединением своих элементов, описываются уравнениями поведения одного типа при условии, что эти уравнения тензорные.

Собственно сеть, состоящую из катушек и соединительных проводов, Крон рассматривает как «мертвую», невозбужденную. Когда сеть возбуждается электромагнитным полем, то на «мертвую» подлежащую сеть накладываются токи и напряжения. В контурах токи являются величинами отклика, а приложенные напряжения — воздействующими величинами, при этом уравнение поведения сети $e_\alpha = Z_{\alpha\beta} i^\beta$. В узловых парах, наоборот, воздействуют токи, а напряжения — отклик; уравнение поведения $I^\alpha = Y^{\alpha\beta} E_\beta$.

В качестве «единичных векторов», расположенных по осям координат (путям в -сети, выбираются величины отклика, т.е. m контурных токов i^α и k узловых напряжений E_β .

Для контурной части сети при преобразовании от одной сети к другой контурные токи в старой сети записываются через токи в новой сети (новой системе координат). Коэффициенты при новых токах образуют матрицу преобразования $C^{\alpha}_{\alpha'}$, из $i^\alpha = C^{\alpha}_{\alpha'} i^{\alpha'}$.

Для узловой части сети формула преобразования записывается для узловых напряжений $E_\beta = A^{\beta}_{\beta'} E_{\beta'}$.

Матрицы $C^{\alpha}_{\alpha'}$ и $A^{\beta}_{\beta'}$ представляют вид тензора преобразования в данной системе координат. Именно тензор преобразования является

инструментом, с помощью которого записывается структура исследуемой системы» Функции тензора преобразования значительно шире, чем просто соединение катушек сети. На протяжении книги появляются тензоры преобразования, изменяющие число витков в катушках, вводящие гипотетические токи — все это в рамках пространства одной и той же сети. В гл. 23 вводится тензор синтеза, который, помимо других функций, меняет также импедансы и, что самое существенное, — количество катушек, следовательно, изменяет размерность пространства сети. Таким образом, тензор синтеза осуществляет переход от одного пространства сети к другому.

Тензор преобразования дает величины отклика при переходе от одной сети к другой. Чтобы получить закон преобразования других величин сети, необходимо еще одно соотношение. Таким соотношением в случае, когда мы имеем дело с одним и тем же пространством сети, является мощность на входе $e_a^{i^a}$ или на выходе сети $I^a E_a$. При преобразованиях сети, состоящей из n катушек, мощность остается инвариантной. Сам по себе этот факт достаточно очевиден. Дело в том, что геометрическая модель Крона любой системы представляет собой ортогональную сеть, потоки энергии в единицу времени на входе и выходе которой должны быть равны — закон сохранения потока в сети. Единственные изменения, происходящие в сети, заключаются в том, что те же самые катушки соединяются по-другому, и ни мощность источников, ни нагрузки, ни импедансы катушек не меняются. Поэтому суммарный поток энергии E через сеть (а это и есть мощность $P = dE/dt$) должен оставаться тем же самым. Потоки энергии лишь перераспределяются между путями открытыми и замкнутыми, что и служило источником всех недоразумений. Критики Крона заявляли, что мощность не является инвариантом при контурных (узловых) преобразованиях, когда число контуров (узловых пар) новой сети отличается от их числа в старой сети, и были правы. Однако мощность в ортогональной сети, рассматриваемой как совокупность открытых и замкнутых путей, остается той же самой.

Отметим, что в самой первой работе Дж.К. Максвелла (1855 г.) «О фарадеевых силовых линиях» уже используется инвариантность мощности. Максвелл, построив геометрическую картину эквипотенциальных поверхностей, рассекаемых трубками тока на объемные «клетки», отмечает:

«Поверхности равного давления вырезают из единичных трубок элементы объема длины l и поперечного сечения h . Все эти элементы

объема единичных трубок мы назовем единичными клетками. В каждой из них единица объема жидкости переходит в единицу времени от давления P к давлению $P - 1$ и потому преодолевает за это время единицу сопротивления. Работа, израсходованная на это жидкостью за единицу времени для каждой единичной клетки, также равна единице» (Дж.К. Максвелл. «Избранные сочинения по теории электромагнитного поля». М., ГИТТЛ, 1954, с. 25-26).

Достаточно заметить, что в стационарном поле общее число клеток постоянно; мы получим в этом утверждении Максвелла закон постоянства величины рассеиваемой мощности.

Если из «трубок тока» Максвелла образовать сеть, то инвариантом такой сети и будет мощность.

Инвариантность мощности тесно связана с несингулярностью тензора преобразования. Контурная и узловая матрицы преобразования сингулярны, поскольку, вообще говоря, при изменении сети меняется число контуров и узловых пар. Однако, если рассматривать преобразование всей сети в целом как ортогональной (пространство которой состоит из двух ортогональных подпространств контуров и узловых пар), то матрица преобразования этой сети во всех случаях остается несингулярной, пока преобразования остаются в пределах одного пространства сети. Следовательно, матрица преобразования всегда имеет обратную, и совокупность матриц преобразования образует группу.

Тензор синтеза, как было сказано, осуществляет преобразование одного пространства сети в другое, а не только внутри того же пространства. При этом остается инвариантным критерий поведения сети, а мощность уже более инвариантом не является.

Обратим внимание на физику книги, т.е. на ее физическое содержание. Еще в 1944 г. А.А. Андронов и Г.С. Горелик поставили вопрос о разработке «общей динамики машин», как динамики неконсервативных систем. Фактически книга Г. Крона может рассматриваться как введение в общую динамику машин, использующую двойственные уравнения Лагранжа второго рода. Ее можно было бы написать и на языке аналитической динамики, но Г. Крон сознательно выбрал язык электротехники. Это произошло потому, что в аналитической механике нет механического аналога индуктивной и емкостной связи. Кроме того, для машин и механизмов, которые являются передающими сетями, оказалось необходимым использовать инвариант мощности.

Общая динамика машин выделяет в машинах их основное назначение: выполнять процесс внешней работы. Скорость выполнения

рабочего процесса характеризуется полезной мощностью машины. Мы можем искать «структуру» соединения частей такой машины или сеть с конечной целью — выполнить работу с той же скоростью и иметь минимальную входную мощность. Но можно фиксировать входную мощность и искать такую «структуру» соединения частей машины или сеть, которая максимизирует полезную мощность на выходе конструкции. В этом смысле переход от конструкции одной машины к другой при инварианте входной мощности можно рассматривать как преобразование координат.

Здесь и находится ключевая идея Г. Крона, весьма важная с точки зрения автоматизации проектирования технических систем, идея, что изменение конструкции есть преобразование координат.

Для современного состояния теории больших систем и кибернетики в работе Крона важны прежде всего концепции моделей систем в виде обобщенной машины и полиэдральных сетей, которые исследуются методами тензорного исчисления.

Это представляет интерес для появившихся в последнее время так называемых интеллектуальных систем, в частности, интеллектуальных вопросно-ответных систем (ИВОС), интеллектуальных банков данных (ИБД), интеллектуальных сетей связи, теория которых разрабатывается специалистами по искусственному интеллекту.

Методы принятия решений, которые исследуются специалистами по искусственному интеллекту, так или иначе связаны с решением задач оптимизации. Наиболее общую формализацию эти задачи находят в уравнениях Лагранжа II-ого рода, связь которых с сетями Крон исследует в гл. 17 и устанавливает определенную эквивалентность их с уравнениями Максвелла для электромагнитного поля. Если не связывать уравнения Максвелла с электромагнитным полем, то в некотором смысле их можно рассматривать как более детальную формальную запись закона оптимальности любых процессов управления.

Представляя эти уравнения в виде геометрического образа (полиэдральной сети) и исследуя его, Крон, по существу, использует тот же метод, что и в качественной теории колебаний Андронова, где нелинейные дифференциальные уравнения (в обычных производных) качественно исследуются (решаются) геометрически с помощью фазовой плоскости и пространства.

Так же, как в теории колебаний, где исследуются различные траектории в фазовом пространстве типа предельных циклов, в полиэдральной сети рассматриваются пути и циклы, состоящие из

дискретных ребер. Каждый «кристалл», полиэдр полиэдральной сети обладает своей автономией, замкнутостью через свою «двойственность» и в то же время (через ту же двойственность) имеет связь с соседними полиэдрами.

Вот именно в этом смысле полиэдральные сети Крона представляют собой универсальную среду для задач принятия решений, что сейчас называется интеллектуальным банком данных.

Далее, современные методы моделирования больших систем переживают определенный этап кризиса. Дело в том, что опыт проектирования таких систем, как автоматизированные системы управления (АСУ) и проектирования (АСП), а также систем принятия решений искусственного интеллекта показал, что все эти системы обладают свойством индивидуальности, т.е. одно предприятие и его АСУ, один профессиональный человеческий интеллект не похожи на другие. Поэтому появилась концепция в теории больших систем о невозможности создания общих моделей, т.е. модели каждой большой системы следует создавать под конкретную, реальную систему со всеми ее индивидуальными свойствами. Однако, используя модель Крона в виде обобщенной машины и полиэдральной сети, и методы их интерпретации, конкретизации (или настройки) на конкретную систему (в частности, с использованием тензора преобразования C), представляется возможным сохранить для кибернетики методологическую концепцию моделей, очень важную для любой науки.

В гл. 8 книги, где Крон разбирает различие между «геометриями» с точки зрения групп, характеризующих эти преобразования, он рассматривает группу евклидовой геометрии, группу дифференциальной геометрии и топологическую группу. Но этих групп ему мало, и он вводит группу преобразований, которая включает топологическую группу лишь как частный случай. Мы назвали эту новую группу G . Крона «тиринг-топологией». Если топологию называют «резиновой геометрией», т.е. геометрией линий, нанесенных на растяжимую резиновую пленку, которые при всех деформациях сохраняют точки взаимного пересечения, то Крон предлагает еще «разрывать» такую пленку на «куски». Что же здесь может служить инвариантом группы? Оказывается, что в «резиновой» топологии взаимосвязаны два понятия: «принадлежность» и «непрерывность». Принадлежность точки двум пересекающимся линиям сохраняется лишь благодаря «непрерывности» этих пересекающихся линий. Г. Крон «отпрепарировал» понятие «принадлежность» от понятия

«непрерывность». В группе «тиринг-топологии» сохраняется «принадлежность» и не сохраняется «непрерывность».

Возьмем лист бумаги. Этот лист имеет площадь. Введем операцию «разрезания» листа бумаги ножницами (без изменения площади!) и операцию раскладывания обрезков на плоскости. Каждая операция изменяет число обрезков и их расположение на плоскости, но все эти операции тем не менее образуют группу, сохраняющую площадь исходного листа бумаги. Более того, это преобразование является линейным — оно сохраняет «линейную форму», численно равную площади листа бумаги, но число компонент этой линейной формы равно числу обрезков. Число компонент в этой сумме и есть ранг линейного пространства.

Эта новая группа преобразований позволяет вводить квази-изоморфизм для линейных пространств, которые отличаются размерностью, но эквивалентны по численному значению линейной формы. Обычные линейные пространства изоморфны тогда и только тогда, когда они имеют одинаковую размерность.

В этой и других книгах Крона роль величины, которая остается неизменной при всех преобразованиях, играет величина мощности: сети считаются эквивалентными, если они рассеивают одинаковую мощность. Такие сети преобразуются друг в друга с помощью тензора преобразования.

Это отличие «линейных» преобразований Г. Крона имеет типично тензорный характер: одна и та же величина мощности представляется различными электрическими схемами или сетями, что соответствует тому, что ее компоненты различны в разных системах координат, а она сама остается неизменной или инвариантной величиной.

Литература

1. Kron G. Diakoptics: The piecewise solution of large-scale systems // *Electrical Journal* (London). Серия из 20 статей, опубликованных с июня 1957 г. по февраль 1959 г.; т. 158–162, Русский перевод: Г. Крон «Исследование сложных систем по частям — диакоптика». — М: Наука, 1972 г. Отдельной книгой опубликовано издательством McDonald (London), 1963.
2. Kron G. Generalized theory of electrical machinery // *Trans. AIEE*, v. 49, № 4, 1930, pp. 666–685.
3. Gabriel Kron and System Theory / Ed. by H.H. Happ. — Union College Press, Schenectady, N.Y., 1973.

4. Kron G. «The Life and Times of Gabriel Kron or Walking Around the World and Tensors», ed. by Philip Alger. — Schenectady: Mohawk Development Service, 1969.
5. Memoirs of Research Association of Applied Geometry, Japan. v. I, 1955, v. II, 1958, v. III, 1962; v. IV, 1968.
6. Берендеев А.В. О работах Крона по применению тензорного анализа в электротехнике. // Электричество, 1950, №12.
7. Грузов Л.Н. К статье А.В. Берендеева «О работах Крона» // Электричество, 1951, №3.
8. Максимович Н.Г. К теории преобразования схем Г. Крона // Электричество, 1951, №11.
9. Крон Г. Применение тензорного анализа в электротехнике. — М.: Госэнергоиздат, 1955.
10. Веников В.А., Ионкин П.А., Петров Г.Н., Копылов И.П. Габриэль Крон // Электричество, 1969, №1.
11. Brameller A., John M.N., Scoff M.R. Practical Diakoptics for Electrical Networks. — London, N.Y., 1969.
12. Happ Н.Н. Diakoptics and Networks — N.Y., London, 1971. Хэпп Г.Х. Диакоптика и электрические цепи. — М.: Мир, 1974.
13. Lynn J.W. Tensors in electrical engineering. — London: E. Arnold, 1963.
14. Roth J.P. An application of algebraic topology Kron's methods of tearing // Quart. of Appl. Math. 1969, v. XXIII, №2.
15. Kron G. Tensor Analysis of Networks. — N.Y.: John Wiley and Sons, 1939; reprinted: London: McDonald, 1965.
16. Арменский В.А., Кузина И.В. Единая теория электрических машин. — М.: РИО МИЭМ, 1975.
17. Kron G. The Application of Tensors to the Analysis of Rotating Electrical Machinery // General Electric Review, 1935. Перепечатано в форме книги в 1942 г.
18. Journal of Franklin Institute, 1968, v. 286, №6.

Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б.

Спинорный метод решения систем нелинейных алгебраических уравнений¹⁶

Общий метод решения систем нелинейных алгебраических уравнений состоит из двух этапов: предварительного, дающего расположение корней, и дальнейшего уточнения корней. К сожалению, если неизвестных больше, чем два, то предварительное определение расположения корней возможно лишь в очень редких случаях [1]. Поэтому метод Ньютона, предназначенный для уточнения грубых приближений к решению, не может быть, вообще говоря, методом, пригодным для нахождения всех решений исходных уравнений (в задачах глобальной оптимизации, например). Метод исключения Эйлера-Сильвестра-Кронекера (метод ЭСК) [2], по крайней мере, теоретически, позволяет найти все решения. Идея его заключается в сведении системы n уравнений на n неизвестных к n уравнениям, в каждое из которых входит только одна неизвестная в соответствующей степени. Последние уравнения можно решить с заданной степенью точности. Однако метод ЭСК исключительно громоздок [2]. Очень большие трудности встречает составление системы результатов и кортежей решений.

Исключение неизвестных достаточно легко совершать при линейности уравнений, но встречает трудности, когда уравнения нелинейны. Но оказывается, что исходные уравнения можно так линеаризовать, что каждое решение линеаризованных по неизвестным уравнений будет решением исходной системы, и наоборот. Правда, коэффициентами в линеаризованных уравнениях будут образующие некоторой алгебры. Метод такой линеаризации является обобщением метода факторизации Дирака уравнения Клейна-Гордона [3].

Определим алгебры, использование которых в дальнейшем будет необходимо. *Алгеброй альтернионов* называется ассоциативная алгебра с $2n$ образующими, связанными соотношением [4]

$$e_i e_j + e_j e_i = 2\varepsilon_i \delta_{ij} e, \quad (1)$$

где ε_i в l случаях равен 1, а в остальных $2n - 1$ случаях равен -1 , δ_{ij} — символ Кронекера, e — единица алгебры. Образующие можно представить матрицами R_i так, что $R_i R_j + R_j R_i = 2\varepsilon_i \delta_{ij} E$. Можно выбрать

¹⁶ Текст публикуется согласно изданию: Доклады АН СССР: Том 283, №5. — М.: Изд-во АН СССР, 1985. — С. 1073-1076 (представлено академиком С.П. Новиковым 10.V.1984).

специальное представление, когда компоненты матриц равны 0, 1, -1 [4]. В дальнейшем образующие (1), квадрат которых равен e , будем обозначать символом α_i , а квадрат которых равен $-e$ — символом β_i .

Алгеброй Грассмана называется ассоциативная алгебра, образующие которой связаны соотношением

$$f_i f_j + f_j f_i = 0. \quad (2)$$

Образующие f_i можно выразить через образующие α_i, β_i алгебры (1):

$$f_i = \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_k + \beta_m), f_j = \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_n + \beta_s), k \neq n, m \neq s. \quad (3)$$

Алгеброй нильпотентных альтернионов называется ассоциативная алгебра с определяющим соотношением

$$\omega_i^p \omega_j^r + \omega_j^r \omega_i^p = \varepsilon_i \delta^{pr} \tilde{\delta}_{ij} e, \quad (4)$$

где индексы p, r пробегает значения от 1 до M ; i, j — от 1 до N ;

δ^{pr} — символ Кронекера, $\tilde{\delta}_{ij}$ — символ, противоположный по смыслу

символу Кронекера δ_{ij} и определяемый: $\tilde{\delta}_{ij} = 1 - \delta_{ij}$.

Образующие ω_i^p можно выразить через α_i, β_j по формулам

$$\omega_i^p = \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_i + \beta_i), \dots, \omega_j^p = \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_i + \beta_j).$$

Равенство верхних индексов влечет при этом равенство α_i в k элементах ω_i^p . В этом случае $\varepsilon_i = 1$. При $\varepsilon_i = -1$ равны β_i в k элементах ω_i^p . Матричное представление ω_i^p определяется заданием соответствующего представления α_i, β_i . Если $p \neq r$, то ω_i^p и ω_j^r имеют представление, определяемое по формулам (3).

Алгебры (1), (2), (4) можно объединить в единую алгебру с определяющим соотношением

$$v_i^p v_j^r + v_j^r v_i^p = 2\varepsilon_i \delta_{ij} \tilde{\delta}^{pr} e + \varepsilon_i \tilde{\delta}_{ij} \delta^{pr} e. \quad (5)$$

Из-за унитарности α_i, β_j и нильпотентности f_i, ω_i^p , выражаемых через α_i, β_j , алгебру (5) можно назвать единой алгеброй унитарных и нильпотентных альтернионов, или сокращенно *алгеброй унионов*.

Поставим в соответствие системе квадратных уравнений

$${}^2R_i \equiv a_{ij} x_j x_j + a_{iki} x_k x_i + b_{im} x_m + c_i = 0, \quad (6)$$

где коэффициенты a, b, c заданы на поле действительных чисел, i — номер уравнения в системе, число уравнений совпадает с числом неизвестных x_i , систему линеаризованных уравнений

$$B_i \Phi \equiv \begin{pmatrix} \sum_j \alpha_{ij} \sqrt{a_{ij}} x_j + \sum_{k,l} \omega_1^{ikl} a_{ikl} x_k + \sum_{k,j} \omega_2^{ikj} x_j + \\ \sum_m \alpha_1^{im} b_m + \sum_m \omega_2^{im} x_m + \alpha_i \sqrt{c_i} \end{pmatrix} \Phi = 0, \quad (7)$$

где $\alpha_{ij}, \omega_1^{ikl}, \omega_2^{ikl}, \omega_1^{im}, \omega_2^{im}, \alpha_i$ — образующие алгебр (1), (4), которые для упрощения записи с помощью переобозначений типа $aIII = aI, \omega_1^{123} = \omega_1^1$ можно записать в виде соответствующего числа $\alpha_i, \beta_j, \omega_i^p$. Столбец Φ имеет порядок, равный порядку матриц, представляющих унитарные $\alpha_i, \beta_j, \omega_i^p$. Для существования общего для n уравнений Φ достаточно, чтобы $B_i B_j + B_j B_i = 0$. Тогда заданием неприводимого представления B_i единый для уравнений (7) столбец Φ (спинор в данном случае) определяется с точностью до множителя [4].

Теорема 1. Каждое решение линейных по неизвестным x_k уравнений (7) является решением исходных уравнений (6), и наоборот.

Систему уравнений (7) можно записать в матричной форме, близкой к форме линейных уравнений:

$$\Lambda x = Q, \Lambda = \|\Lambda_{ij}\|, x = \|x_j \Phi\|, Q = \|Q_i\|, \quad (8)$$

где $\Lambda_{ij} = \alpha_{ij} \sqrt{a_{ij}} + \alpha_1^{ij1} a_{ij1} + \dots + \alpha_1^{ijn} a_{ijn} + \alpha_i^{ij}$,

$$Q_i = - \left(\sum_k \alpha_1^{ik} b_k + \alpha_i \sqrt{c_i} \right) \Phi.$$

Исключение неизвестных заключается в обращении альтернионной матрицы Λ и умножении (8) слева на Λ^{-1} .

Система уравнений (8) примет вид $x = \Lambda^{-1} Q$, а каждое уравнение

$$x_i \Phi = C_i \Phi \text{ или } (C_i - x_i E) \Phi = 0, \quad (9)$$

где C_i — альтернионная i строка $\Lambda^{-1} Q$. Таким образом, задача нахождения x_i для (6) переформулирована как задача на собственные значения x_i . Общий спинор Φ (собственный вектор) для n уравнений существует по построению. Каждое характеристическое уравнение для (9) содержит только одну неизвестную.

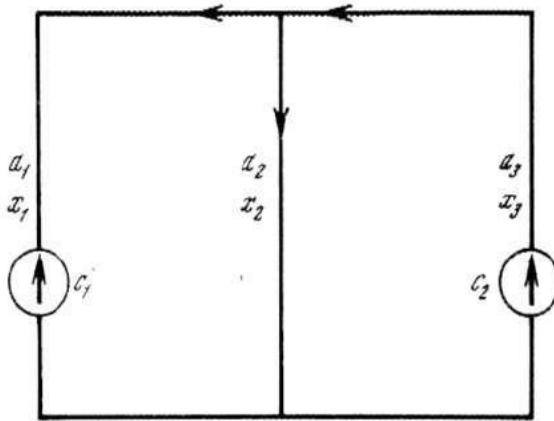


Рис. 1. Двухконтурная сеть

Определение 1. Будем называть переход от (9) к $x^2\Phi = (C_i)^2\Phi$ квадрированием (9) 1-го рода.

Определение 2. Будем называть переход от $\alpha_i\Phi = F_i\Phi$, где F_i — сумма альтернионных слагаемых, не содержащих α_i , к $\tilde{\Phi} = \tilde{F}_i F_i \Phi$, где \tilde{F}_i — сумма альтернионных слагаемых, получаемая перестановкой F_i и α_i (у некоторых слагаемых в F_i могут измениться знаки), квадрированием 2-го рода.

Теорема 2. Задача на собственные значения (9) является специальной задачей на собственные значения. Для получения характеристического уравнения достаточно квадрирований 1-го и 2-го родов и не требуется использования матричного представления C_i .

Из полученного характеристического уравнения определяются N значений x_i . Для каждого из них восстанавливается после подстановки неприводимого матричного представления унионов соответствующий Φ . Остальные характеристические уравнения находить и решать не нужно, поскольку Φ формирует кортежи решений: $x_j = \Phi^* C_j \Phi$, $\Phi^* \Phi = 1$.

Системы алгебраических уравнений m -го порядка рассматриваются как вырожденные случаи соответствующих систем 2^k порядка и линеаризуются с помощью повторных линеаризаций типа (6) \rightarrow (7). Для того чтобы унионы k линеаризации коммутировали с унионами $k + 1$ линеаризации, используется свойство кронекеровского произведения матриц, согласно которому $E_p \otimes A_{qq}$ и $B_{mm} \otimes E_n$ коммутируют между собой для любых квадратных матриц A_{qq} и B_{mm} . Это свойство кронекеровского

произведения позволяет также значительно сократить порядок Λ . Обращение Λ проще производить блочным методом с помощью перестановочных свойств унионов без использования представления, которое следует использовать только для нахождения Φ .

В качестве примера приведем расчет установившегося режима двухконтурной сети, изображенной на рис. 1 [5]. Пусть зависимость между «током» x_i и «напряжением» y_i на i участке сети аппроксимируется квадратичной зависимостью $y_i = a_i x_i^2$. Квадратичной зависимостью между напором y_i и расходом x_i описываются установившиеся режимы гидравлических сетей [6].

Система уравнений, описывающих сеть, составляется по законам Кирхгофа и имеет вид

$$\begin{aligned} -a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 - c_1 &= 0; \\ a_2 x_2^2 + a_3 x_1^2 + 2a_3 x_1 x_2 + a_3 x_2^2 - c_2 &= 0, \end{aligned}$$

где a_1, a_2, a_3 — гидравлические сопротивления участков, c_1, c_2 — активные напоры.

Система линеаризованных по (7) уравнений имеет вид

$$B_1 \Phi \equiv \left(\beta_1 \sqrt{a_1} x_1 + \alpha_1 \sqrt{a_2} x_2 + \beta_2 \sqrt{c_1} \right) \Phi = 0; \quad (10a)$$

$$B_2 \Phi \equiv \left(\alpha_2 \sqrt{a_2} x_2 + \alpha_3 \sqrt{a_3} x_1 + \alpha_1^1 2a_3 x_1 + \omega_2^1 x_2 + \alpha_5 \sqrt{a_3} x_2 + \beta_3 \sqrt{c_2} \right) \Phi = 0, \quad (10b)$$

где $\omega_1^1 = \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_4 + \beta_3), \omega_2^1 = \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_4 + \beta_4)$.

Выразим $x_1 \Phi$ из (10a):

$$x_1 \Phi = C_1 \Phi \equiv \left(\beta_1 \alpha_1 \sqrt{a_2 / a_1} x_2 + \beta_1 \beta_2 \sqrt{c_1 / a_1} \right) \Phi$$

и подставим в (10b). После этого совершим квадрирование 1-го рода. Получим

$$\left[(a_2 + a_3 + a_2 a_3 / a_1) x_2^2 - a_3 c_1 / a_1 - c_2 + 2a_3 x_2 \left(\beta_1 \alpha_1 \sqrt{a_2 / a_1} x_2 + \beta_1 \beta_2 \sqrt{c_1 / a_1} \right) \right] \Phi = 0.$$

Перенесем слагаемые, содержащие альтернионы, направо:

$$\begin{aligned} S \Phi &\equiv \left[(a_2 + a_3 + a_2 a_3 / a_1) x_2^2 - a_3 c_1 / a_1 - c_2 \right] \Phi = \\ &= -2a_3 x_2 \left(\beta_1 \alpha_1 \sqrt{a_2 / a_1} x_2 + \beta_1 \beta_2 \sqrt{c_1 / a_1} \right) \Phi. \end{aligned}$$

Совершим еще раз квадрирование 1-го рода:

$$S^2\Phi = 4a_3^2x_2^2 \left[(a_2/a_1)x_2^2 - c_1/a_1 \right] \Phi.$$

Тогда характеристическое уравнение на x_2 имеет вид

$$S^2 - 4a_3^2x_2^2 \left[(a_2/a_1)x_2^2 - c_1/a_1 \right] = 0. \quad (11)$$

Из (11) определяются четыре значения x_2 . Используя неприводимое представление альтернионов, для каждого из них можно найти собственный вектор. Тогда x_I находится по формуле $x_I = \Phi^* C_I \Phi$. Аналогично получаются остальные три кортежа $(x_1^i; x_2^i)$.

Описанный выше метод исключения применим к системам нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений. Это позволяет при анализе динамических систем изучать многомерную фазовую траекторию системы по соответствующим фазовым портретам на плоскостях.

Авторы выражают признательность акад. В.Г. Афанасьеву, акад. В.С. Семенихину и проф. Г.А. Зайцеву за полезные советы и консультации.

Литература

1. Бут Э.Д. Численные методы. — М.: ГИФМЛ, 1960. — 240 с.
2. Ван дер Варден Б.Л. Современная алгебра. — М.: Л.: ОНТИ, 1937, ч. 2. — 210 с.
3. Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики. — М.: ГИФМЛ, 1960. — 434 с.
4. Зайцев Г.А. — ДАН, 1964, т. 156, №2. — С. 294-297.
5. Пшеничников С.Б., Генварев А.А. — Изв. вузов. Энергетика, 1984, №4. — С. 113-116.
6. Хасилев В.Я. — Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт, 1964, №1. — С. 69-88.

Кузнецов П.Г.

«Количество» и «качество» в математическом языке¹⁷

Интересно заметить, что трактат Максвелла «Электричество и магнетизм» начинается с указания о существовании «двух сторон» у понятия «физическая величина» — это «ИМЯ» величины и её «количество» или численное значение. Очевидно, что «численное значение» зависит от выбора «ЕДИНИЦЫ» или «меры». Понятие «мера» связывает «имя» величины и «единицу измерения» данной величины. В классическом векторном анализе роль «меры» играет «орт». «Орт» — производное от «ортогональности» — имеет смысл «независимого», а в геометрическом языке «перпендикулярного». Орты обычного трёхмерного пространства — это три независимых «направления». В естественном языке мы различаем «длину», «ширину» и «высоту» некоторого тела. Нам нужно сделать ещё один шаг к обобщению и отождествить «имя» и его математическое выражение «орт» с категорией «количество». Совершим ещё одно повторение изложенного выше в «новых» определениях.

Физическая величина как понятие имеет «две стороны» — «количество» и «качество». Качество физической величины в математическом языке принято выражать термином «направление». Очевидно, что «направление» играет роль «имени». Можно задать вопрос: сколько качеств у данной физической величины? Ответ на этот вопрос будет состоять в указании числа независимых направлений, которые характеризуют данную величину, т.е. в указании размерности представляющего данную физическую величину пространства. Эта «размерность» абстрактного пространства даёт число компонент. В векторном анализе «результатирующий вектор» представляется как сумма своих компонент, а каждая компонента вектора имеет свой «орт», т.е. своё «направление». Обратная операция — разложение «результатирующего вектора» на компоненты — всегда существует и даёт исходные компоненты, которые и давали «сумму».

В прикладном использовании тензорной методологии тот же самый «результатирующий вектор» часто приходится «разлагать» по другим «качествам», т.е. по другим «направлениям». Это возможно, если мы не «подменяем» результирующего вектора.

¹⁷ Текст публикуется согласно рукописи, датированной второй половиной 1970-х гг. (более точная датировка затруднительна). Публикуется впервые.

Таким образом, если «резльтирующий вектор» остаётся без изменения, т.е. ИНВАРИАНТЕН, то допускается его разложение в сумму компонент по другим качествам или по другим направлениям. Такой переход от одного списка качеств к другому списку качеств в математическом языке называется преобразованием координат. Весь тензорный анализ и является теорией допустимых преобразований координат. Каждая координатная система, в которой задан один и тот же результирующий вектор (он же — тензор первого ранга), может рассматриваться как один из видов «математического языка», а компоненты вектора в этой координатной системе — как «буквы», образующие «имя» объекта. При преобразовании координат эти «буквы» изменяются и дают другое «имя» объекта. Поскольку сам результирующий вектор остаётся без изменения, то эти два «имени» мы соединяем знаком «равенства». Правила перехода от одного «имени» к другому «имени» играют роль «словаря».

Здесь и сказывается историческое значение «математического языка» — такой перевод с «одного» языка на «другой» обладает свойством «взаимной однозначности», т.е. обладает свойством, которого нет у естественных языков. По этой причине «математический язык» и стал языком науки и техники.

Очевидно, что «качества» не могут удовлетворять свойствам «количества», т.е. их нельзя «суммировать». Однако имеются примеры, где роль «качества» и «количества» может меняться. Рассмотрим радуугу цветов спектра. Очевидно, что «красный», «жёлтый», «зелёный», «синий» — являются различными «качествами». Тем не менее, все они различаются «количественно» частотой электромагнитного излучения. Задавая количественные различия частоте электромагнитных колебаний, мы может получить переход от одного «качества» к другому «качеству». Более того, в нелинейной оптике мы может получать сумму частот, которая и наблюдается как изменение «цвета» лазерного луча, т.е. сумма частот даёт наблюдаемый физический эффект в виде изменения цвета. Говоря естественным языком, мы должны отметить переход одного «качества» в другое «качество».

Мы фиксируем внимание читателя на этом факте, потому что существует «догма» о недоступности для «математического языка» описания «качественных изменений».

Недоступно, если не знаешь, как именно это делается.

Есть развитые области математики, где некоторые классы аксиом закрывают описанный выше путь работы с «переменными» качествами. Тензорная методология и предназначена для «расчистки» этого пути.

Поскольку «качества» в математическом языке определяют «число измерений» абстрактных пространств, то «переменные» качества выражаются абстрактными пространствами переменной размерности. С другой стороны, если размерность пространства становится переменной величиной, то необходимо что-то, что остаётся неизменным. И здесь нам нужно проводить чёткую грань между двумя смысловыми значениями понятия «размерность»:

1. Размерность инвариантной физической величины.
2. Размерность математического (линейного или нелинейного) пространства.

Для размерности в первом смысле мы используем кинематическую систему физических величин Р.О. ди Бартини¹⁸.

Для размерности во втором смысле мы используем размерность линейных пространств векторной алгебры и анализа.

Только при условии, что имеется инвариантная физическая величина в первом смысле, размерность линейного пространства может быть величиной переменной. Этот вид векторов и тензоров, которые допускают переменную размерность линейных пространств, был введён Г. Кроном для инженерных целей. Он очень непривычен для классического тензорного анализа, но необходим для техники.

Всякое развитие математического языка под влиянием требований науки и техники всегда имеет некоторый аналог в так называемой чистой математике. Всё, что было изложено выше об использовании инвариантов физических величин для получения линейных пространств переменной размерности, может быть легко извлечено из работ геометров.

Рассмотрим сначала классические линейные пространства, и в этих пространствах будем считать инвариантными направления, а переменными — величины (см. рис. 2.1).

¹⁸ По советскому паспорту имя Бартини — Роберт Людвигович, настоящее имя — Роберто Орос ди Бартини; в различных текстах данного тома используются оба варианта. Подробнее о кинематической системе физических величин см. статью «О множественности геометрий и множественности физик» в настоящем томе и кн.: Роберт Орос ди Бартини — советский авиаконструктор, физик-теоретик, философ: статьи по физике и философии / сост. А.Н. Маслов. — М.: Самообразование, 2009. — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

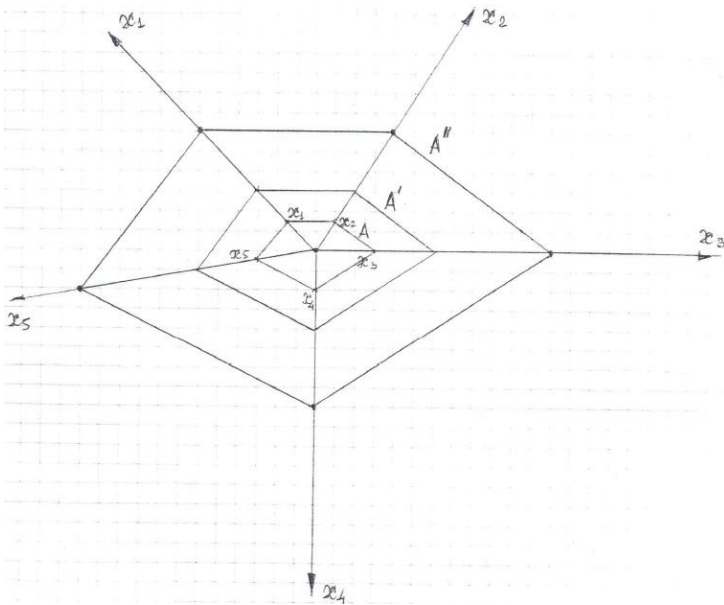


Рис. 2.1. «Подобное» преобразование фигуры

Будем считать, что нам задан «вектор» A , который может быть описан как «сумма» своих компонент:

$$\vec{A} = \vec{x}_1 + \vec{x}_2 + \vec{x}_3 + \vec{x}_4 + \vec{x}_5$$

Введём операцию умножения на число α :

$$\alpha \vec{A} = \alpha \vec{x}_1 + \alpha \vec{x}_2 + \alpha \vec{x}_3 + \alpha \vec{x}_4 + \alpha \vec{x}_5 = \vec{A}'$$

При этой операции изображённая фигура переходит в «подобную» фигуру, но направления ортов остаются инвариантными, в то время как величина площади фигуры изменяется.

Применим ещё раз операцию умножения на число β :

$$\beta \vec{A}' = \beta \vec{A} = \beta \alpha \vec{x}_1 + \beta \alpha \vec{x}_2 + \beta \alpha \vec{x}_3 + \beta \alpha \vec{x}_4 + \beta \alpha \vec{x}_5 = \vec{A}''$$

Снова произошло изменение величины площади фигуры, но направление ортов осталось без изменения.

Этот класс «линейных преобразований» и является наиболее изученным. Частным случаем этого класса линейных преобразований является умножение на число — единицу: в этом случае площадь фигуры остаётся без изменения. Этот случай совпадает с поворотом осей системы

координат. Частным случаем такого «преобразования системы координат» является изменение «имён» компонент:

$$\vec{x}_1 = \vec{x}_5'; \vec{x}_2 = \vec{x}_4'; \vec{x}_3 = \vec{x}_3'; \vec{x}_4 = \vec{x}_2'; \vec{x}_5 = \vec{x}_1'$$

В этом случае возможна запись

$$\vec{A}' = \vec{C} \vec{A},$$

где

$$\vec{C} = \begin{matrix} & \vec{x}_1 & \vec{x}_2 & \vec{x}_3 & \vec{x}_4 & \vec{x}_5 \\ \vec{x}_1' & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \vec{x}_2' & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \vec{x}_3' & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \vec{x}_4' & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \vec{x}_5' & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Такие преобразования, при которых матрица \vec{C} имеет детерминант, равный единице, принято называть «поворотом осей». «Величина» вектора при этом не изменяется.

Откажемся от целостной фигуры. «Разрежем» исходную фигуру, а полученные «куски» фигуры переставим.

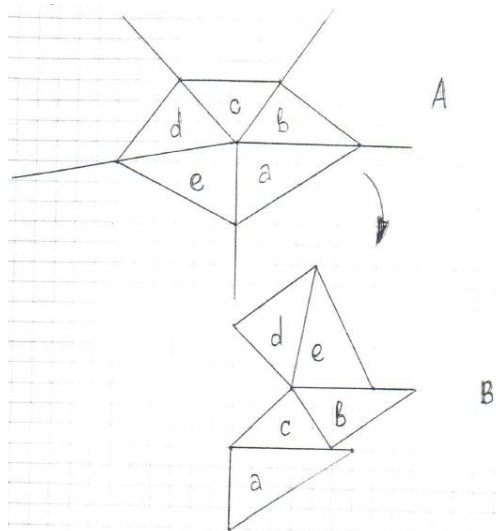


Рис. 2.2. Преобразование фигуры, сохраняющее «величину площади»

При первом взгляде на фигуру B в ней нет ничего «подобного» фигуре A . Заметим, что мы обозначили треугольники фигуры A буквами a , b , c , d , e . Все эти треугольники входят в «состав» фигуры B . Следовательно, площадь фигуры B равна площади фигуры A , что может быть записано как

$$A = B,$$

но это равенство есть равенство площадей фигур.

*(рукопись обрывается)*¹⁹

¹⁹ Таким образом, при изменении конфигурации, структуры фигур, составленных из данных частей, инвариантом является сумма площадей частей. Возможно, это попытка подойти к описанию инварианта мощности Крона при изменении структуры, способа соединения ветвей сети (электрической цепи) — прим. ред. А.Е. Петрова.

Кузнецов П.Г.

О доказательстве последней теоремы Ферма²⁰

Принцип полной редукции как «двойник» принципа полной индукции²¹

Обнаружение «двойника» ЕДИНСТВЕННОМУ принципу математического доказательства вряд ли может пройти незамеченным среди математиков. Само собою разумеется, что этот принцип ИСПОЛЬЗОВАЛСЯ и ИСПОЛЬЗУЕТСЯ, но остается внутри обширного математического мира только НЕ НАЗВАННЫМ. Нами предлагается назвать этот принцип — принципом ПОЛНОЙ РЕДУКЦИИ. Более пятидесяти лет автор искал практическое решение некоторых проблем химии и других предметных областей, используя аппарат различных ветвей математики. Однако существует практически бесконечное множество различных математических теорий, относительно которых никто не может сказать — годится или не годится именно этот «математический инструмент» для решения прикладных проблем некоторого типа. Обсуждение этих проблем с П.С. Новиковым вывело меня на совокупность проблем, носящих название «алгоритмически неразрешимых». Именно здесь и обнаружился руководящий принцип, который пока не имел имени. Фактически мы обращаемся к минимальному члену ряда, т.е. к тому члену, который играет роль «ЕДИНИЦЫ». Поскольку существует бесконечное множество различных «единиц», то они могут служить источником парадоксов.

Приведем простой пример группы «неразрешимых» проблем:

$$1 + 1 = 2;$$

$$1 + 1 = 1;$$

$$1 + 1 = 0.$$

Не имеет смысла доказывать, какая из этих трех формул является «истинной»: они все верны для различных ветвей математики.

²⁰ Под данным собирательным заголовком публикуются три тематически связанных материала: основной — статья «Принцип полной редукции как «двойник» принципа полной индукции» — и два дополнительных, восстановленных из электронного архива П.Г. Кузнецова: «Задача Диофанта и теорема Ферма» и «Закон исключенного третьего и первое отрицание».

²¹ Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П.Г. О доказательстве последней теоремы Ферма. — М.: Серебряный бор, 1994. — 7 стр.

Используя принцип полной индукции, мы можем доказать СУЩЕСТВОВАНИЕ некоторого математического ВЫВОДА. Наоборот, используя принцип полной редукции, мы можем доказать, что некоторое положение НЕ СУЩЕСТВУЕТ. Мы полагаем, что принцип полной редукции есть не что иное, как «метод бесконечного спуска», которым так гордился великий Ферма. Устанавливая ДОКАЗАННОСТЬ некоторого математического положения, мы фактически высказываем суждение о СУЩЕСТВОВАНИИ или НЕ СУЩЕСТВОВАНИИ.

Можно предположить, что принцип полной редукции не может не использовать ряда натуральных чисел, ибо только там мы можем ввести понятие — «НЕПОСРЕДСТВЕННО СЛЕДУЕТ ЗА». Однако аксиоматика натурального ряда должна быть представлена в форме, отличной от аксиоматики Пеано:

1. Существуют натуральные числа.
2. Каждое натуральное число имеет одно и только одно ПРЕДШЕСТВУЮЩЕЕ ЕМУ.
3. Натуральных чисел, которые меньше единицы, не бывает.

Эти определения отличны от грассмановского двустороннего ряда, так как при бесконечном спуске заканчиваются на той или иной «единице». Нами получено корректное определение «НЕПОСРЕДСТВЕННО ПРЕДШЕСТВУЕТ».

Само собою разумеется, что имеется множество работ, где говорится о единственности предшествующего элемента, но проблема состояла в таком обращении натурального ряда, чтобы не была потеряна эта КОНЕЧНОСТЬ при методе спуска.

Первая «проба пера» метода полной редукции и должна быть проведена на проблеме некоторого «НЕ СУЩЕСТВУЕТ». Почти очевидно, что такое утверждение мы имеем в истории от самого Ферма.

Не имеет смысла обсуждать $n+1$ -ое «доказательство» теоремы Ферма, если автор не может указать ошибок своих предшественников.

Этих ошибок три:

1. Подмена задачи Ферма другой задачей (в частности, использование иррациональных чисел).
2. Использование принципа «полной индукции», не имеющего силы для БЕСКОНЕЧНЫХ множеств (множество натуральных чисел — бесконечно).
3. Отсутствие проверки на четность из-за некорректного «определения» четного числа.

Я полагаю, что Ферма умел использовать проверку на четность, которая была утрачена в процессе развития математики. Метод, которым так гордился Ферма, известен как метод «бесконечного спуска». При использовании этого метода признак числа, быть ЧЕТНЫМ или НЕЧЕТНЫМ, сохраняется вплоть до самого малого элемента. Это дает мне право утверждать, что «метод бесконечного спуска Ферма» — есть другое название проверки на ЧЕТНОСТЬ. Эта задача и была утеряна при поиске «доказательства».

Мы назвали три типичные ошибки в попытках «доказательства» теоремы Ферма. Остановимся на них более детально.

Типичным примером первой ошибки является введение иррациональных чисел, что связано с отказом от основной теоремы арифметики.

Так отказ от основной теоремы арифметики, в рамках которой и требовалось решать проблему, является подобным примером. Например, Г. Эдвардс пишет:

«Оказывается, среди математиков существует глубоко укоренившаяся тенденция неосознанно предполагать единственность разложения на простые. Эта тенденция, несомненно, навеяна опытом вычисления с обычными целыми числами и той важной ролью, которую играет единственность разложения в доказательстве таких фактов, как утверждение о том, что произведение двух взаимно простых чисел есть квадрат только тогда, когда каждый сомножитель является квадратом» [1].

Нетрудно видеть, что корень n -й степени из суммы $(x^n + y^n)$ — простой пример запрета на иррациональные числа, но... лишь в доказательстве теоремы Ферма.

Данное утверждение Г. Эдвардса ясно показывает, что мы имеем дело уже с другой задачей, чем задача Ферма.

Если мы остаемся в рамках АРИФМЕТИКИ, то мы можем обнаружить противоречие, если по разные стороны знака равенства стоят:

1. Натуральное число \neq не натуральному числу.
2. Простое число \neq составному числу.
3. Четное число \neq нечетному числу.

Я полагаю, что этих трех дихотомий вполне достаточно для доказательства теоремы.

Один мой знакомый математик, сообщивший, что теорема Ферма доказана для показателя степени более 100 000, не мог понять, что принцип полной индукции принципиально НЕ МОЖЕТ привести к

успеху, так как он может использоваться лишь для **КОНЕЧНЫХ** множеств. В силу названного обстоятельства мы и исключаем «принцип полной индукции» из всех доказательств теоремы Ферма. Наличие этого порока в подходе к доказательству никогда не позволит по отношению к **БЕСКОНЕЧНОМУ** количеству натуральных чисел сказать — «других не может быть»!

Это я называю второй ошибкой представленных доказательств теоремы Ферма.

Метод «бесконечного спуска Ферма» до сих пор не получил адекватного выражения в современной математической литературе, а именно он и является ключом к доказательству. Фактически в распоряжении Ферма на нижнем уровне «бесконечного спуска» и находилась проверка на **ЧЕТНОСТЬ**.

Мы приведем некоторое утверждение по отношению к **БЕСКОНЕЧНОМУ** натуральному ряду, эквивалентное теореме Ферма, в форме:

«Теорема Ферма может быть неверна лишь для показателя степени, который является **ОДНОВРЕМЕННО: НАТУРАЛЬНЫМ, ПРОСТЫМ и ЧЕТНЫМ** числом».

Очевидно, что другого натурального, простого и четного числа, кроме двух, во всей бесконечной последовательности натуральных чисел не содержится. Если мы докажем это положение, то тем самым будет доказана и сама теорема Ферма.

Мы полагаем, что препятствием на пути доказательства теоремы Ферма служило некорректное определение **ЧЕТНОГО** числа. Так, числа 6 или 10 считаются четными, но после деления на 2 становятся нечетными. При методе «бесконечного спуска» такое некорректное определение четности исключается, через последующее **ДЕЛЕНИЕ**. Выделяется класс **БЕЗУСЛОВНО** четных чисел.

Исходя из правила, что **ИСТИННЫЙ** математический объект не может изменять своего свойства, мы должны избавиться от этого некорректного определения. Корректное введение понятия **ЧЕТНОСТЬ** и есть тот действительный вклад в развитие математики, ради которого и можно позволить себе заниматься этой проблемой, породившей неисчислимое количество «фермистов».

Поскольку в настоящее время требуется доказать теорему Ферма лишь для показателя степени, который является натуральным, простым и

НЕЧЕТНЫМ числом, то справедливость нашего утверждения будет доказана, если мы будем рассматривать лишь оставшийся случай.

Известно, что из трех чисел (x, y, z) , входящих в формулировку теоремы — два являются нечетными, а одно «четным». Мы взяли выражение «четный» в кавычки, так как подобными «четными» являются и 6, и 10. Однако мы можем уйти от этой неопределенности, если будем рассматривать разложение чисел на простые сомножители. В этом случае имеющаяся в каждом разложении любая степень числа 2 не может исчезнуть и останется как признак ЧЕТНОСТИ.

В этом случае возможна проверка на «ЧЕТНОСТЬ», состоящая в том, что минимальный объект, сохраняющий четность, содержит в разложении на простые сомножители только число 2.

Допустим, что из трех натуральных чисел x, y, z где $x < y < z$, число y является четным, и пусть это число будет «минимальным» в методе бесконечного спуска. В этом случае y будет содержать в своем разложении на простые сомножители по крайней мере одно число 2. В общем случае это может быть $2k$. Однако ни x , ни z такого сомножителя не содержат. Оставляя y в левой части равенства и перенося x в правую часть, будем иметь:

$$y^n = z^n - x^n = (z-x)(z^{n-1} + z^{n-2}x + z^{n-3}x^2 + \dots + zx^{n-2} + x^{n-1})$$

Желая избежать громоздких выражений, заменим сомножители правой части:

$$z-x = R; z^{n-1} + z^{n-2}x + z^{n-3}x^2 + \dots + zx^{n-2} + x^{n-1} = Q$$

Теперь наше выражение примет вид:

$$y^n = R \times Q$$

Поскольку мы ведем доказательство для НЕЧЕТНОГО показателя степени, то следует обратить внимание на то, что сомножитель Q — есть НЕЧЕТНОЕ число, поскольку он составляет НЕЧЕТНУЮ сумму НЕЧЕТНЫХ чисел. Здесь часто встречается ошибка, связанная с введением в эту сумму биномиальных коэффициентов, часто «переписываемая» от более ранних авторов. Однако в первом сомножителе — R — разность двух нечетных чисел при разложении на простые сомножители даст число 2 в той или иной степени. Это можно записать так:

$$R = 2^r \times s^t;$$

С другой стороны мы имеем слева ЧЕТНОЕ число без кавычек, которое можно представить как $2k$. В этом случае имеем: $y^n = (2^k)^n$.

Сравнивая теперь левую и правую часть полученного выражения, находим:

$$2^{kn} = 2^r \times s^t \times Q.$$

Здесь и наступает время проверки на ЧЕТНОСТЬ:

1. $kn > r$,
2. $kn = r$,
3. $kn < r$.

В первом и третьем случае на основе различия ЧЕТНОСТИ теорема доказана. Во втором случае мы имеем слева единицу, а справа число, которое заведомо больше единицы.

Рассматривая возможное доказательство, которое имел в виду Ферма, мы хотели обратить внимание на важность принципа ПОЛНОЙ РЕДУКЦИИ, как дополнительного средства решения некоторых проблем.

Предложенное доказательство является своеобразным «отходом» от другой работы, где известный прием «спинорной линеаризации» [2] дает возможность решать множество «нелинейных» проблем, которые так портят жизнь в математических приложениях к практике. Этот же принцип полной редукции может пролить некоторый свет на решение шестой проблемы Гильберта, так как ставит вопрос о многообразии «физических» ЕДИНИЦ [3].

Литература

1. Г. Эдвардс «Последняя теорема Ферма». — М.: Мир, 1980. — С. 120.
2. П.Г. Кузнецов, С.Б. Пшеничников. «Спинорный метод решения систем нелинейных алгебраических уравнений» / ДАН, т. 283. №5. — 1985. — С. 1073.
3. Р.О. Бартини, П.Г. Кузнецов «Множественность геометрий и множественность физик» / в сб. Моделирование динамических систем. — Брянск, 1974. — С. 18-29 / в сб. Проблемы и особенности современной научной методологии — Свердловск: 1979. — С. 55-65.

Задача Диофанта и теорема Ферма²²

Вряд ли серьезно обсуждать теорему Ферма, не используя ту задачу Диофанта, которая и привела к ее формулировке. Я не буду

²² Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному 22 января 1996 г. Публикуется впервые.

повторять искаженную формулировку теоремы Ферма, который для доказательства не пользовался ни теорией алгебраических чисел, ни аналитической теорией чисел.

Задача Диофанта сводилась к задаче представления ОДНОГО квадрата СУММОЙ ДВУХ КВАДРАТОВ. Таким образом был дан ОДИН квадрат, а надо было найти бесконечное множество СУММ ДВУХ КВАДРАТОВ, на которые разлагается именно данный квадрат. Решение, которое дано Диофантом, получается в ДРОБНЫХ ЧИСЛАХ, а Ферма был идеологом решения задач Диофанта в ЦЕЛЫХ ЧИСЛАХ. Последнее означало, что бесчисленное множество решений, которые получил Диофант, по отношению к ЦЕЛЫМ ЧИСЛАМ изменяет формулировку задачи. А именно, ПРОИЗВЕДЕНИЕ ДВУХ КВАДРАТОВ можно представлять СУММОЙ ДВУХ КВАДРАТОВ.

Вот как выглядит текст Диофанта из книги II, задача 8:

«Заданный квадрат разложить на два квадрата.

Пусть надо разложить 16 на два квадрата. Положим, что 1-й равен x^2 ; тогда 2-й будет $16 - x^2$; следовательно, $16 - x^2$ тоже равно квадрату.

Составляю квадрат из некоторого количества x минус столько единиц, сколько их найдется в стороне 16-ти; пусть это будет $2x - 4$. Тогда сам квадрат равен $4x^2 + 16 - 16x$; он должен равняться $16 - x^2$.

Прибавим к обеим сторонам недостающее и вычтем подобные из подобных. Тогда $5x^2$ равно $16x$; и x окажется равным 16 пятым.

Один квадрат $256/25$, а другой $14/25$; оба сложенных дают $400/25$, или 16, и каждый будет квадратом.

ИНАЧЕ. Пусть опять нужно квадрат 16 разложить на два квадрата.

Возьмем опять за x сторону 1-го квадрата, а сторону 2-го за сколько-нибудь x -ов минус столько единиц, сколько их будет в стороне разделяемого квадрата; пусть это будет $2x - 4$.

Таким образом, будут два квадрата — один x^2 , а другой $4x^2 + 16 - 16x$. Я хочу, чтобы два этих квадрата после сложения дали 16.

Следовательно, $5x^2 + 16 - 16x$ равно 16; и x окажется $16/5$.

Сторона 1-го квадрата будет $16/5$, а сам он $256/25$.

Сторона же 2-го $12/5$, а сам он $144/25$; и доказательство очевидно».

Приведя весь текст Диофанта нетрудно видеть подлинное выражение самой теоремы Ферма: он утверждает, что разложить в сумму двух квадратов любую степень, превосходящую 2, невозможно. С другой стороны, если мы рассмотрим этот же пример не в рациональных, а в

ЦЕЛЫХ ЧИСЛАХ, то замечаем, что все решения оказываются БОЛЬШИМИ КВАДРАТАМИ, чем исходный квадрат.

В приведенном примере найденный квадрат равен 400, что представляет собою произведение $16 = 4^2$ и $25 = 5^2$, то есть:

$$400 = 16 \times 25 = 4^2 \times 5^2.$$

Очевидно, что СУММА этого большего квадрата равна ПРОИЗВЕДЕНИЮ ДВУХ КВАДРАТОВ. Также очевидно, что эта сумма двух квадратов может быть принята за ЕДИНИЦУ, что даст нам классическое выражение в форме суммы квадратов синуса и косинуса некоторого угла, равных квадрату единичного радиуса.

Однако, при перемещении конца единичного радиуса-вектора НЕ ВСЕ ТОЧКИ ОКРУЖНОСТИ будут давать искомый ЦЕЛОЧИСЛЕННЫЙ результат, а лишь те, которые соответствуют «пифагоровым треугольникам». Условие «пифагоровости треугольника» обеспечено УСЛОВИЕМ ЗАДАЧИ ДИОФАНТА: исходный целочисленный квадрат ЗАДАН.

Поэтому нельзя утверждать, что ЛЮБАЯ сумма двух квадратов равна квадрату третьего числа, а лишь НЕКОТОРЫЕ суммы двух квадратов МОГУТ быть равны квадрату третьего числа. В рассмотренном примере Диофанта эти ДОПУСТИМЫЕ СУММЫ являются ПРОИЗВЕДЕНИЕМ ДВУХ КВАДРАТОВ.

Теперь мы можем СФОРМУЛИРОВАТЬ ПРОБЛЕМУ ФЕРМА:

Теорема МОЖЕТ БЫТЬ НЕВЕРНА для показателя степени, который является ОДНОВРЕМЕННО — натуральным, простым и четным числом.

Она неверна, если, при показателе степени 2, наибольший квадрат является ЧЕТНЫМ ЧИСЛОМ, как это имеет место в примере Диофанта.

Закон исключенного третьего и первое отрицание²³

Иррациональность корня из двух и теорема Ферма

Начнем с длинной цитаты из работы М. Клайна:

«Доказательство того, что $\sqrt{2}$ несоизмеримо с 1, т.е. иррационально, было предложено пифагорийцами. По Аристотелю они доказали иррациональность $\sqrt{2}$ МЕТОДОМ ОТ ПРОТИВНОГО (*reductio ad absurdum*), иначе говоря избрали косвенный метод доказательства. Пифагорейцы показали, что ЕСЛИ гипотенуза равнобедренного

²³ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному 28 мая 1996 г. Публикуется впервые.

прямоугольного треугольника, была бы соизмерима с катетом, то одно и то же число должно было быть И ЧЕТНЫМ, И НЕЧЕТНЫМ, что невозможно.

Доказательство проводилось следующим образом. Предположим, говорили пифагорейцы, что отношение гипотенузы к катету представимо в виде a/b , где a и b — взаимно простые целые числа (т.е. предполагается, что общие множители, которые первоначально могли входить в числа a и b , уже сокращены). Если $a/b = \sqrt{2}$, то $a^2 = 2b^2$. Так как a^2 — четное число, то a также четно, поскольку квадрат нечетного числа — нечетен.

(Любое нечетное число представимо в виде $2n + 1$, где n — некоторое целое число. Квадрат нечетного числа $(2n+1)^2 = 4n^2 + 4n + 1 = 2(2n^2 + 2n) + 1$ — нечетное число).

Так как числитель и знаменатель отношения a/b не имеют общих делителей и a четно, число b должно быть нечетно. Число a как четное представимо в виде $a = 2c$, поэтому $a^2 = 4c^2$, а так как $a^2 = 2b^2$, то $4c^2 = 2b^2$, или $2c^2 = b^2$. Следовательно, b^2 — четное число. Но тогда b также четное число, поскольку если бы оно было нечетным, то и квадрат его был бы нечетным. Но по доказанному ранее b — нечетное число; таким образом, мы приходим к противоречию» (Клайн М. Математика. Утрата определенности. — М.: Мир, 1984. — С. 123-124.).

Приведенный отрывок показывает, что доказательство содержит утверждение О НЕВОЗМОЖНОСТИ существования такой ПАРЫ НАТУРАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ. Этот способ доказательства О НЕВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ НАТУРАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ с предполагаемыми свойствами ничего не говорит:

- о возможности СУЩЕСТВОВАНИЯ чего-то, отличного от ПОНЯТИЯ натурального числа;
- о наличии или отсутствии чего-то ЗА ПРЕДЕЛАМИ ДАННОЙ ОБЛАСТИ.

Такого рода доказательства ВЕРНЫ ЛИШЬ В ГРАНИЦАХ, но ничего не говорят о том, что может существовать ЗА ГРАНИЦАМИ четко очерченной области.

* * *

«Рассматривая сравнения по модулю 4, легко видеть, что z не может быть четным. Действительно, квадрат нечетного числа $2n + 1$ на единицу больше некоторого числа, кратного 4, а именно, он равен $4n^2 + 4n + 1$. Квадрат четного числа кратен 4: он равен $4n^2$. Таким образом, если бы

x и y были нечетными, а z четным, то равенство $x^2 + y^2 = z^2$ давало бы нам число, кратное 4, что, очевидно, невозможно.

Следовательно, z нечетно, а x и y имеют ПРОТИВОПОЛОЖНУЮ ЧЕТНОСТЬ: одно из них нечетно, а другое — четно. В случае необходимости меняя местами x и y , мы можем считать, что в данной примитивной пифагоровой тройке x четно, тогда как y и z нечетны» (Эдвардс Г. Последняя теорема Ферма. — М.: Мир, 1980. — С. 18-19).

«1.4. Метод бесконечного спуска.

Метод бесконечного спуска изобрел Ферма, и этим изобретением он чрезвычайно гордился. В длинном письме, написанном незадолго до смерти, он подвел итог своим открытиям в теории чисел и с полной определенностью заявил, что во всех своих доказательствах пользовался этим методом. Коротко говоря, этот метод состоит в следующем: некоторые свойства или отношения невозможны для целых чисел, если исходя из предположения о том, что они выполняются для каких-либо чисел, удастся доказать, что они выполняются для некоторых меньших чисел. Действительно, в таком случае то же самое рассуждение позволяет заключить, что они выполняются для еще меньших чисел, и т.д. — *ad infinitum*, — что невозможно, поскольку последовательность положительных целых чисел не может бесконечно убывать.

Например, рассмотрим предложение, которое мы использовали в предыдущем параграфе, а именно: если v и w взаимно просты и vw является квадратом, то и сами v и w должны быть квадратами.

Как подчеркивал сам Ферма, метод бесконечного спуска — это метод доказательства НЕВОЗМОЖНОСТИ. В рассматриваемом случае мы должны доказать, что невозможно найти такие числа v и w , что:

- (1) v и w взаимно просты,
- (2) vw — квадрат
- (3) v или w не является квадратом.

Предположим, что можно найти...

<...>

Подводя итоги, можно сказать, что метод бесконечного спуска основывается на следующем принципе.

Если из предположения, согласно которому данное положительное целое обладает данным множеством свойств, следует, что существует меньшее положительное целое с тем же множеством свойств, то ни одно положительное целое не может обладать этим множеством свойств» (Эдвардс Г. Последняя теорема Ферма. — М.: Мир, 1980. — С. 21).

Это положение Эдвардса мне не нравится. Ферма утверждает ОТСУТСТВИЕ некоторого числа, КРОМЕ одного! Если существует ОДНО, а у меньших чисел этого свойства быть не может, то только оно одно и обладает некоторым УНИКАЛЬНЫМ СВОЙСТВОМ.

Это видно из доказательства самого Ферма, являющегося другим утверждением его теоремы. Речь идет о ПРЯМОУГОЛЬНОМ ТРЕУГОЛЬНИКЕ, площадь которого не может быть КВАДРАТОМ²⁴.

²⁴ Рассуждения отрывочны, но показывают логику метода познания П.Г. Кузнецова — прим. ред. А.Е. Петрова.

Кузнецов П.Г.

К проблеме оснований математики²⁵

Письмо от редактора бюллетеня «Подмножество»

Уважаемый Побиск Георгиевич!

Аналитический центр «Концепт», наряду с уже издаваемым сборником «Проблемы и решения», приступил к выпуску профессионального бюллетеня концептуального научно-технического направления — «Подмножество». Бюллетень ориентирован на решение задачи оперативного (не позднее месяца) информирования о текущих идеях и научных результатах, полученных в рамках направления. Считая Вас зачинателем родственного научного направления, надеемся, что это издание будет представлять для Вас интерес. Будем рады, если Вы сочтёте необходимым высказаться по интересующим Вас проблемам на его страницах.

Посылаем Вам первые номера бюллетеня и надеемся найти в Вашем лице нашего постоянного читателя и критика.

Будем рады предоставить Вам дополнительную информацию, а также узнать адрес, по которому Вам было бы удобно получать бюллетень, если Вы позвоните в редакцию (тел. 268-16-26: Иванов А.Ю., Кучкаров З.А., Аламдарова М.Р.).

С уважением,
редактор бюллетеня

А.Ю. Иванов

К проблеме оснований математики

*Мальчики играют на горе,
Сотни тысяч лет они играют.
Умирают царства на Земле,
Игры — никогда не умирают.*

Из обилия возможных проблем, связанных с основаниями математики, я выбираю только три.

*Почему человечество (с необходимостью, присущей случаю)
должно было придумать математику?*

²⁵ Статья была написана для сборника «Проблемы и решения», издаваемого аналитическим центром «Концепт», и опубликована в нём (Проблемы и решения: № 1 / 1996. — М.: АЦ «Концепт». — С. 22-31). Скорее всего, побудительным мотивом к её написанию послужило приведённое здесь письмо, датированное 1995 г. Обращаем внимание читателей на то, что здесь приводится расширенная версия данной статьи, восстановленная по материалам электронного архива П.Г. Кузнецова. В данной редакции публикуется впервые.

*Почему математика должна быть устроена аксиоматически?
Почему знание математики не гарантирует умения ею
пользоваться в конкретном проектировании систем?*

**1. Почему человечество (с необходимостью, присущей случаю)
должно было придумать математику?**

Мечты о могуществе и бессмертии рождают странные миры: мир мифов, мир сказок, мир художественной литературы, мир музыки и т.п., которые можно назвать **МИРАМИ ИСКУССТВА** или **ИСКУССТВЕННЫМИ МИРАМИ**. К числу таких искусственных миров и принадлежит мир математики. Каждый из искусственных миров **НЕОБХОДИМ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ**, но остается неясным:

«Почему человечество должно было **ПРИДУМАТЬ** эти миры, и какую роль в истории человечества играют эти миры?»

Я полагаю, что ответ на вопрос о возникновении подобного искусственного мира, известного как **МИР МАТЕМАТИКИ**, не может быть получен без ответа на более **ОБЩИЙ ВОПРОС** об искусственных мирах **В ЦЕЛОМ**.

Если миры искусства весьма уважают чувство юмора, то только отсутствие этого чувства в большинстве «математических» работ лишает их того очарования, которое традиционно связано с каждым миром искусства.

Яростная дискуссия об основаниях математики, противостояние математических школ, лишает эту область **ТВОРЧЕСТВА** заслуженного уважения современников. Само собою разумеется, что только отсутствие чувства юмора не позволяет с шуткой на устах обсуждать проблему **НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ** математических теорий. Здесь как в тюрьме — «вологодский конвой шутить не любит: шаг вправо, шаг влево считается за побег — конвой применяет оружие без предупреждения!». И совсем не случайно участие математиков в различных «правозащитных движениях».

То, что я пытаюсь обсудить в этом математическом эссе, уже давно известно как литературный прием, названный Шкловским «**ОСТРАНЕНИЕ**», что можно понимать как «отстранённый взгляд» или «взгляд со стороны».

Создатели всех искусственных миров, как отметил еще Николай Кузанский, реализуют замысел Творца и в этом смысле ему подобны в своих актах Творчества. Не составляет исключения и мир математики.

Два тысячелетия мы храним художественное наследие древних греков и столько же времени мы храним их наследие из мира математики.

Уже архитектурные формы, созданные из камня, не выдерживают испытания текущим временем, а греческие тексты — как из мира искусства, так и из мира математики — оказались поистине **НЕТЛЕННЫМИ**. Но именно там, два тысячелетия тому назад, мы встречаемся с объектом, на который не действует **ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ** — это мир **ИДЕЙ** в том смысле, как их понимал Платон. И математика чтит эту традицию, сохраняя за одним из своих созданий имя «платоновых тел». Нет Платона, но живут и будут жить вечно — «платоновы тела»!

Один из моих друзей, А.Н. Лук, как психолог, весьма активно изучал вопрос о чувстве юмора и остроумия, но эти работы не попали на страницы математических изданий. Другой мой друг, философ Э.В. Ильенков, придумал «думающую машину», которая в некотором машинном царстве-государстве выполняла должность Главного Специалиста по борьбе со смехом. Эта машина носила серьезное имя — «Квантифицирующий Импотенсификатор Смехогенных Аппроксимаций», что давало фамильярное сокращение «КИСА». В мире философов все знали, кто носил кличку «киса». К сожалению, и эти работы не стали достоянием математики.

Хотя придуманных миров довольно много, мы стоим перед необходимостью выделить из этого **РОДА** тот **ВИД**, который и именуется математикой. Это мир «идеальных объектов», которые обладают уникальным свойством — они «остаются тождественными САМИ СЕБЕ». В этом смысле на объекты математики **НЕ ДЕЙСТВУЕТ ВРЕМЯ**, они обладают как бы «вневременным бытием».

Такие объекты, как прямая линия, квадрат, окружность и т.д. не могут быть «физически изготовлены», все они «чистые произведения мысли», но отличаются от всех других произведений мысли именно своей тождественностью самим себе. Нелепая попытка некоторых физиков отождествлять «прямую линию» с траекторией солнечного луча опровергается каждым школьником, который знает эффект рефракции и знает, что солнечный луч при закате «загибается». Это отклонение солнечного луча от математической «прямой линии» означает, что «прямая» в сознании школьника математичнее, чем у некоторых физиков.

А. Пуанкаре полагал, что первой математической абстракцией является абстракция «абсолютно твердого тела», а «прямая линия» может быть определена не проще, чем через «ось вращения абсолютно твердого тела». Продолжение изложения «мнений» о математике может быть продолжено до бесконечности, но нас не интересуют «мнения».

Этот мир неизменных объектов, тождественных самим себе, в форме циклов и эпициклов послужил Птолемею для ПРЕДСКАЗАНИЯ Солнечных и Лунных затмений, а также для ПРЕДСКАЗАНИЯ моментов весеннего и осеннего равноденствий, знание которых давало возможность ПРЕДСКАЗАВАТЬ разлив Нила. Связь «математического мира» и наблюдаемых явлений природы и породила профессию ЖРЕЦОВ, которые и являются подлинными прародителями современной математики.

Когда на историческом горизонте возникает фигура Кеплера, то не только изменяется «картина мира», но траектории планет ОТОЖДЕСТВЛЯЮТСЯ с эллипсом планетной орбиты. Этот НЕИЗМЕННЫЙ ЭЛЛИПС — и есть ПЕРВЫЙ закон ПРИРОДЫ, зафиксированный на первых шагах науки нового времени. Здесь мы видим, что если НЕЧТО, наблюдаемое в природе, мы можем ОТОЖДЕСТВИТЬ с некоторым объектом математики, то этот математический объект является ПРАВИЛОМ, на которое не действует ВРЕМЯ. Но такое свойство и есть то, что мы с этого времени будем называть ЗАКОНОМ ПРИРОДЫ.

Есть большая правда в том, что природа говорит с нами на «языке математики», но не надо забывать, что ЗАКОНЫ НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ не есть математические символы, изображенные на небесном своде. Создание мира неизменных объектов впервые позволило человечеству освоить понятие «ЗАКОНА ПРИРОДЫ», как чего-то такого, что СУЩЕСТВУЕТ как не подверженное ходу действительного ВРЕМЕНИ.

Так человечество встретилось с «писанием ЗАКОНОВ». Но нетрудно заметить разницу между законами Кеплера и законами юристов, которые считаются большими мастерами по «писанию законов». Один из моих оппонентов, более четверти века тому назад, утверждал, что законы издает Верховный Совет СССР. Я поинтересовался: «Не может ли Верховный Совет СССР отменить, например, законы Ньютона?». Мой оппонент пришел в замешательство, и я не могу отказать себе в удовольствии процитировать Гегеля, ярко обрисовавшего подобных борзописцев:

«Можно при этом отметить особую форму нечистой совести, проявляющуюся в том виде красноречия, которым кичится эта поверхностность; причем прежде всего она сказывается в том, что там, где в ней более всего ОТСУТСТВУЕТ ДУХ, она более всего говорит о ДУХЕ; там, где она наиболее МЕРТВЕННА и СУХА, она чаще всего употребляет

слова ЖИЗНЬ и ВВЕСТИ В ЖИЗНЬ, где она проявляет величайшее, свойственное пустому высокомерию СЕБЯЛЮБИЕ, она чаще всего говорит о НАРОДЕ.

Но особо ее отличает НЕНАВИСТЬ К ЗАКОНУ. В том, что право и нравственность, и подлинный мир права и нравственного постигают себя посредством МЫСЛИ, посредством мысли сообщают себе форму РАЗУМНОСТИ, а именно ВСЕОБЩНОСТЬ и ОПРЕДЕЛЕННОСТЬ, в этом, в ЗАКОНЕ, это чувство, оставляющее за собой право на произвол, эта совесть, перемещающее правое в область субъективного убеждения, с полным основанием видит наиболее враждебное для себя. ФОРМА ПРАВОГО как ОБЯЗАННОСТИ и ЗАКОНА воспринимается этим чувством как МЕРТВАЯ, ХОЛОДНАЯ БУКВА, как ОКОВЫ, ибо оно не познает в нем самого себя, не познает себя в нем свободным, поскольку закон есть разум предмета, и этот разум не позволяет чувству согреться своей собственной частной обособленностью. Поэтому ЗАКОН, как мы отметили где-то в данной работе (с. 258), — тот признак, по которому можно отличить ложных братьев и друзей так называемого народа». (Г. Гегель. «Философия права». — М.: Мысль, 1990. — с. 50).

В истории математики тоже существовало такое время, когда со словом ЗАКОН ассоциировался не инвариантный объект, тождественный сам себе, а лишь ПРАВИЛО, по которому одному математическому объекту ставился во «взаимно однозначное соответствие» — другой математический объект. В настоящее время вся совокупность таких правил рассматривается (говоря языком геометрии), как ПРАВИЛА преобразования координат, а то, что остается при преобразованиях координат БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ и есть ИНВАРИАНТ.

Координатные представления теперь отождествляют с той или иной субъективной точкой зрения (в физике — это различие «наблюдателей»), а ИНВАРИАНТ — это то, что не зависит от частной точки зрения. Но именно ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ и есть то, что не зависит от точки зрения того или иного человека, причисляющего себя или не причисляющего себя к сообществу мировой науки.

Итак, если бы человечество не создало мира математики, то оно никогда не смогло бы обладать НАУКОЙ. Только мир математики и позволил человечеству получить понятие «ЗАКОН», как то, над чем не властно даже все разрушающее ВРЕМЯ. Это и есть ответ на наш первый вопрос: «Почему человечество (с необходимостью, присущей случаю) должно было придумать математику?».

Не следует думать, что описанное выше принадлежит автору статьи: известно библейское выражение — «и это было...». В подтверждение сказанного приведем текст более чем двухсотлетней давности:

«...Всякая наука о природе в СОБСТВЕННОМ смысле нуждается, следовательно, в ЧИСТОЙ части, чтобы на ней могла основываться аподиктическая достоверность, которую ищет в науке разум; и так как в этой части принципы совершенно иного рода, чем чисто эмпирические, то будет также чрезвычайно полезно, более того, по существу дела в методологическом отношении совершенно обязательно излагать эту часть отдельно, вовсе не вдаваясь в другую, и притом по возможности излагать во всей ее полноте, дабы можно было совершенно точно определить, что же разум способен дать сам по себе и где его способность начинает нуждаться в помощи эмпирических принципов. Чистое познание разумом из одних лишь ПОНЯТИЙ называется чистой философией или метафизикой; а то, которое основывает свое познание лишь на КОНСТРУИРОВАНИИ понятий, изображающих предмет в априорном созерцании, называется математикой...

...я утверждаю, что в любом частном учении о природе можно найти науки в СОБСТВЕННОМ смысле лишь столько, сколько имеется в ней МАТЕМАТИКИ. Ведь согласно сказанному, наука в собственном смысле, в особенности же естествознание, нуждается в чистой части, лежащей в основе эмпирической и опирающейся на априорное познание природных вещей. Познать же что-либо *a priori* — значит познать это на основе одной только возможности...

...Но познание разумом, основанное на конструировании понятий, есть познание математическое. Следовательно, чистая философия природы вообще, т.е. такая, которая исследует понятие природы вообще, хотя и возможна без математики, но чистое учение о природе, касающееся ОПРЕДЕЛЕННЫХ природных вещей (учение о телах и учение о душе), возможно лишь посредством математики; и так как во всяком учении о природе имеется науки в собственном смысле лишь столько, сколько имеется в ней априорного познания, то учение о природе будет содержать науку в собственном смысле лишь в той мере, в какой может быть применена в нем математика...». (И. Кант. Соч. Т. 6. — М.: Мысль, 1966. — С. 55-57). Перейдем к обсуждению второго вопроса.

2. Почему математика устроена аксиоматически?

Для начала приведем несколько «аксиом», которые вне геометрии принято называть «исходными правильными формулами».

Рассмотрим три выражения:

$$1 + 1 = 2;$$

$$1 + 1 = 1;$$

$$1 + 1 = 0.$$

Можно ли доказать «истинность» этих «исходных правильных формул»?

Хотя мои контакты с П.С. Новиковым были порождены проблемами квантовой химии, но мой собеседник был известен как знаток «алгоритмически неразрешимых проблем». Естественен и мой интерес к этим проблемам. Все три приведенные выше формулы и представляют собой иллюстрацию проблем этого вида. Философская наивность Д. Гильберта в попытках доказать «непротиворечивость арифметики» — естественное следствие членения наук по «факультетам». Не менее наивно представление о выпускнике философского факультета университета, что дипломант имеет на руках удостоверение «философа». Как математика, так и философия развиваются человечеством уже много более двух тысячелетий и имеются трудности в освоении этих двух областей.

Все три приведенные формулы мы можем привести к общему виду. Для этого заменим одинаковые выражения в левых частях буквой A . Поскольку все правые части отличаются по написанию от левой, а также друг от друга, то заменим их соответственно буквами B, C, D .

$$A = B;$$

$$A = C;$$

$$A = D.$$

Следуя за Гильбертом (но не за Брауэром и Вейлем), попробуем использовать принцип «исключенного третьего».

Относительно любой буквы справа мы можем задавать вопрос: «Есть ли она буква A «или» не- A ?». Совершенно очевидно, что мы три раза получим ответ: «не- A »!

Запишем этот результат. Все формулы приобретают один и тот же вид:

$$A = \text{не-}A;$$

$$A = \text{не-}A;$$

$$A = \text{не-}A.$$

Нетрудно видеть, что ЛЮБАЯ ИСХОДНАЯ ПРАВИЛЬНАЯ ФОРМУЛА, у которой правая часть от знака равенства только ПО НАПИСАНИЮ отличается от левой части от знака равенства, в

соответствии с «законом исключенного третьего» будет приведена к ПРОТИВОРЕЧИЮ.

Этот факт был всегда известен серьезным математикам, что привело к предложению О. Веблена и Дж. Юнга в их «Проективной геометрии» начала нашего века заменить математический термин «аксиома» на более подходящий термин «ПРЕДПОЛОЖЕНИЕ».

Однако, как известно тоже около двухсот лет в философии, каждому ПОЛОЖЕНИЮ соответствует некоторое ПРОТИВОПОЛОЖЕНИЕ (по-немецки первому соответствует термин *Satz*, а второму *Gegensatz*), что предполагает

НЕОБХОДИМОСТЬ рассматривать КАЖДОЕ положение вместе с его противоположением. Если классические аксиомы геометрии, как систему предположений, отождествить с именами творцов математики, то мы получим СДВОЕННЫЕ геометрии:

- Евклидова и не-евклидова,
- Архимедова и не-архимедова,
- Дезаргова и не-дезаргова,
- Паскалева и не-паскалева,

и т.д.

В философии за термином «КАТЕГОРИАЛЬНАЯ ПАРА» стоит утверждение, в котором встречаются ДВА ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ ПРЕДИКАТА. Именно противоположные предикаты и носят название «категориальных пар». Первый шаг к рассмотрению «категориальных пар» в математике был совершен Н.И. Лобачевским и Я. Бойяи. Но это и был тот шаг, который демонстрирует ПЕРЕХОД от традиционной математической логики к логике диалектической. Про последнюю наговорено столько нелепостей, что о ее значении для МАТЕМАТИКИ почти ничего не известно. Диалектическая логика — это логика, которая относится ТОЛЬКО к аксиомам или ПРЕДПОЛОЖЕНИЯМ математических теорий. Лучше всего об этом в своем философском конспекте писал Н.И. Лобачевский:

«Общая логика называется также АНАЛИТИКОЮ, равно как и прикладная логика — ДИАЛЕКТИКОЮ» (Н.И. Лобачевский. Научно-педагогическое наследие. — М.: Наука, 1976. — с. 581).

В этом же конспекте он демонстрирует полное понимание различия мира математических объектов от объектов окружающего мира: он понимает, что математические следствия из математических предположений всегда были, есть и будут «истинными в математическом

смысле». Но наличие ВОЗМОЖНОГО противоречия выводов из математической теории с реальностью только указывает, что мы используем теорию за границами нами же установленных ПРЕДПОЛОЖЕНИЙ. Аналогичную позицию по отношению к математическим теориям занимал и Дж.К. Максвелл.

Только удержание в поле зрения как положений, так и противоположений, ОБЕРЕГАЕТ наше математическое мышление от догматизма. Здесь же и расположена область математического творчества: либо мы рассматриваем в известной области некоторое противоположение, на которое ранее не обращалось внимания, либо мы порождаем новую аксиоматическую пару, создавая новое математическое направление.

Учитывая, что в основаниях геометрии Д. Гильберта представлено всего 16 аксиом, то, рассматривая их парами, мы можем получить 2^{16} геометрий! Но мы до сих пор не научились «узнавать их в лицо». Здесь и случилось то, что «освоив» аксиоматический метод, некоторые «математики», как правильно заметили Н. Бурбаки в своей «Архитектуре математики», кинулись «творить». Они пишут:

«Мы были свидетелями также, особенно в то время, когда аксиоматический метод только что начал развиваться, расцвета уродливых структур, ПОЛНОСТЬЮ ЛИШЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ, единственное достоинство которых заключалось в том, что, изучая их, можно было дать точную оценку значимости каждой аксиомы, выясняя, что происходит, когда эту аксиому удаляют или видоизменяют. Очевидно, в тот период можно было поддаться искушению и сделать вывод, что это — единственные результаты, которые следует ожидать от этого метода» (Н. Бурбаки. Очерки по истории математики. — М.: ИЛ, 1962. — с. 257).

Основной вывод из этого раздела состоит в том, что любое высказывание, утверждение или ПОЛОЖЕНИЕ, высказанное на естественном языке, не является той ЛОГИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ, в которой выражается ИСТИНА. Не существует НИ ОДНОГО ВЫСКАЗЫВАНИЯ («ПОЛОЖЕНИЯ»), которое может быть ФОРМОЙ выражения ИСТИНЫ. Значительно труднее освоится с ОТРИЦАНИЕМ этого положения, выраженным в диалектической форме. Всякая исходная логическая форма, содержащая ПРОТИВОРЕЧИЕ, является той формой, в которой фиксируется «исходная правильная формула». Мы это демонстрировали в виде трех формул в начале этого раздела:

$$1 + 1 = 2;$$

$$1 + 1 = 1;$$

$$1 + 1 = 0.$$

Математический СМЫСЛ этих трех утверждений весьма прост. Первая формула принадлежит арифметике. Вторая — это формула алгебры Буля, утверждающая, что «универсальное множество (обозначенное как «1») будучи сложено с самим собой — есть то же самое универсальное множество». Третья формула определяет сложение по модулю 2.

Хотя каждая из формул приводится к виду:

$$A = \text{не-}A,$$

а именно таковы все «исходные правильные формулы», мы знаем, что ОДНОВРЕМЕННО должно выполняться и положение:

$$A = A.$$

Работ с высказыванием или положением, которое имеет вид математической аксиомы, сопровождает процесс ОСМЫСЛИВАНИЯ: « A есть B » и « B есть A » — отождествление.

Оно означает РАВЕНСТВО A и B в некотором «отношении». Но одновременно с этим существует еще и НЕРАВЕНСТВО A и B : « A не-есть B » и « B не-есть A » — противопоставление.

Стандартное представление этих двух ПРОТИВОПоложений принято в тензорном анализе, где ИНВАРИАНТ — есть то, что ОДНО И ТО ЖЕ. Его же матричное представление может менять свой вид, но лишь ЗНАНИЕ, что это матричные представления одного и того же инвариантного объекта, РАЗРЕШАЕТ алгоритмически неразрешимую проблему.

«Визуализацию» этого положения мне продемонстрировал П.С. Новиков. Он показывает (!) точку, поставленную карандашом на бумаге. Затем предлагает представить себе координатную сетку, нарисованную на кальке. Накладывая эту координатную сетку на бумагу с изображением точки, мы получаем запись $A(x_1, y_1)$, где x_1, y_1 — координаты нашей точки в первой координатной системе. Затем берем вторую координатную сетку на кальке и кладем ее сверху первой сетки. Во второй координатной системе та же самая точка получает координаты $B(x_2, y_2)$, где x_2, y_2 — координаты нашей точки во второй системе координат. Теперь мы можем получить выражение, которое соответствует булевой переменной: «Являются ли координаты $A(x_1, y_1)$ координатами ТОЙ ЖЕ САМОЙ ТОЧКИ, которая имеет координаты $B(x_2, y_2)$ во второй системе координат?»

Вот здесь возможен ОДИН И ТОЛЬКО ОДИН ОТВЕТ: либо «ДА», либо «НЕТ».

Никакой другой способ не дает «математически чистого» определения булевой переменной. Теперь мы можем получить и ПОНЯТИЕ «АЛГОРИТМ».

Это ПРАВИЛО F , которое позволяет по координатам ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ ТОЧКИ, данным в первой системе координат, найти координаты той же самой точки во второй системе координат.

$$B(x_2, y_2) = F A(x_1, y_1)$$

Фактически существуют три правила, которые позволяют математику говорить «СЛЕДОВАТЕЛЬНО»:

1. Если $A > B$ и $B > C$, то, следовательно, $A > C$.
2. Если $A = B$ и $B = C$, то, следовательно, $A = C$.
- 3.а. Если $A \in B$ и $B \in C$, то, следовательно, $A \in C$.
- 3.б. Если $A \subset B$ и $B \subset C$, то, следовательно, $A \subset C$.

Устройство математики, благодаря ее аксиоматической конструкции, позволяет передавать ВСЕ, ЧТО ПОНЯТО в вычислительную машину. Это открывает возможность создания «банка теорий», охватывающих все предметные области, т.е. все профессиональные знания.

Подведем итог: аксиомы, которые правильно называть ПРЕДПОЛОЖЕНИЯМИ, не могут рассматриваться без своего «отрицания», т.е. ПРОТИВОПОЛОЖЕНИЯ. Всякое ПОЛОЖЕНИЕ во всех случаях имеет ГРАНИЦУ, за пределами которой оно «превращается» в свою ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЬ. Этот переход за ненаблюдаемую в математике ГРАНИЦУ, есть изменение КАЧЕСТВА. Этот переход через ГРАНИЦУ, т.е. переход к другому КАЧЕСТВУ, порождает известные математические «трудности»: нелинейность, бифуркацию, катастрофу и т.п. — математические термины, выражающие РАЗРЫВ непрерывности, СКАЧОК или изменение ПРАВИЛА.

Именно И. Кант обнаружил, что невозможно описывать реальный мир, если пользоваться ТОЛЬКО УТВЕРДИТЕЛЬНЫМИ ВЫСКАЗЫВАНИЯМИ. Оказалось, что мы нуждаемся в ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ высказываниях. Отдельные части реальности удовлетворяют утвердительным положениям, но существуют и такие части реальности, которые требуют ОТРИЦАНИЯ этих утвердительных положений. Анализ этой ситуации и привел к признанию сосуществования как утверждения, так и его отрицания. Объединение того и другого философы называют СИНТЕЗИСОМ, который охватывает как ТЕЗИС, так и АНТИТЕЗИС. Новое КАЧЕСТВО — есть НОВЫЙ ОБЪЕКТ. Именно он и есть ИНВАРИАНТ математического описания, а

«старые» тезис и антитезис — есть не более как его «координатные представления».

Перейдем к третьему вопросу.

3. Почему ЗНАНИЕ математики не гарантирует

УМЕНИЯ ей пользоваться в конкретном проектировании систем?

Тот, кто когда-нибудь пережил «ОЗАРЕНИЕ» легко поймет, что всякое математическое описание той или иной предметной области, это — ВСПЫШКА, которая так правильно названа «ОЗАРЕНИЕМ». Озарение «не-логично», вернее, оно «не-логично» в смысле математической логики. Если всякий акт творчества, как «не-логичный», можно считать ЧУДОМ, то все творческие люди, хотя они и не волшебники, но они... «учатся» волшебству.

Если принять во внимание, что каждое такое ЧУДО являет себя в математической форме, то НЕОБХОДИМОСТЬ владения математикой не подлежит сомнению. Тем не менее, как и принято в математике, необходимое условие еще не является условием ДОСТАТОЧНЫМ. Именно эта «недостаточность» чисто математического образования и не позволяет РЕГУЛЯРНО творить ЧУДЕСА.

Здесь нам предстоит вернуться назад на половину тысячелетия. Только к середине пятнадцатого века само понятие «НАУКА» было связано с понятием «ИЗМЕРЕНИЕ», что и было совершено Николаем Кузанским. Последний, завершая эпоху схоластики, отождествлял УМ (по латыни *mens*) с понятием ИЗМЕРЕНИЕ (по латыни *mensurare*). В этом смысле «умный» — это человек «измеряющий». Проблема СООТНЕСЕНИЯ символов математических теорий с показаниями физических приборов — и есть проблема УМЕНИЯ использовать математику в решении прикладных проблем.

Подобно тому, как в приведенных выше формулах, мы встречали различное понимание «математических единиц», подобным образом и в реальном мире мы встречаемся с колоссальным разнообразием ФИЗИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ. Проблема соотнесения математических и физических единиц и есть тот узел, который решается ДИАЛЕКТИКОЙ.

Уже двести лет тому назад, не без участия Канта, были сформулированы основные ЭСТЕТИЧЕСКИЕ понятия: чувственное восприятие ДЛИТЕЛЬНОСТИ и чувственное восприятие ПРОТЯЖЕННОСТИ. Мы встречаемся с этими понятиями под названием либо ПРОСТРАНСТВА, либо ВРЕМЕНИ. И здесь мы встречаемся со «злым гением» Минковского. Это с его легкой руки начали считать ПРОТЯЖЕННОСТЬ и ДЛИТЕЛЬНОСТЬ одним и тем же. Если просто

помнить, что комплексное сопряжение означает поворот на угол в 90° , то можно понять, что ВРЕМЯ может считаться «ортогональным» к пространственной ПРОТЯЖЕННОСТИ. Мы уже имели исторический опыт Гамильтона, который (следуя Канту) хотел рассматривать алгебру, как НАУКУ О ЧИСТОМ ВРЕМЕНИ, считая ее дополнением к учению о ПРОСТРАНСТВЕ, изучаемому ГЕОМЕТРИЕЙ.

Именно здесь мы можем ПРОТИВОПОСТАВИТЬ как противоположенные два понятия: ГЕОМЕТРИЮ и ХРОНОМЕТРИЮ. Для сохранения исторической преемственности с классической математикой мы будем отождествлять ХРОНОМЕТРИЮ с ГОНИОМЕТРИЕЙ, следуя в этом пункте предложениям Ф. Клейна.

Обратим внимание на РАЗЛИЧИЕ их ЕДИНИЦ.

Классические различие единиц длины, площади и объема мы выражаем СТЕПЕНЯМИ (лучше говорить о СТУПЕНЯХ). Совсем иначе обстоит дело с единицами ВРЕМЕНИ. Основная единица ВРЕМЕНИ дается выражением (через углы) по Эйлеру:

$$e^{i\pi} = -1.$$

Соотношение между пространственными единицами и единицами времени есть соотношение между АДДИТИВНОЙ и МУЛЬТИПЛИКАТИВНОЙ группами: сложению ДЛИН соответствует мультипликативное «сложение» УГЛОВ.

Принято считать, что первым обобщением понятия «число» был переход от действительных чисел к комплексным числам. Это неверно, хотя и закреплено исторической традицией. Давно известно, что комплексные числа можно представлять в виде спиноров в матричной форме. Но это не только ФОРМА: разве можно такое понятие как УГОЛ, образуемый пересечением ДВУХ ПРЯМЫХ, обозначить ОДНИМ числом, если уже обычную прямую аналитической геометрии мы не можем представить ОДНИМ числом? Заметим, что РАССТОЯНИЕ в геометрии является всегда ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ, в то же время измерение ДЛИТЕЛЬНОСТИ всегда предполагает ОРИЕНТАЦИЮ, которая отличает ПРОШЛОЕ ВРЕМЯ от БУДУЩЕГО ВРЕМЕНИ. Именно это различие ДЛИТЕЛЬНОСТИ и являет себя как математический термин «ПОРЯДОК». Этот термин невозможно определить с помощью читаемого ТЕКСТА, так как чтение текста ПРЕДПОЛАГАЕТ наличие знания в каком «ПОРЯДКЕ» следуют друг за другом как буквы, так и слова, определяющие сам термин «ПОРЯДОК».

Именно в этом смысле матричное представление УГЛА — есть минимальное обобщение понятия *число*. При матричном представлении

углов совершенно очевидно, что СЛОЖЕНИЕ углов мы представляем как ПРОИЗВЕДЕНИЕ соответствующих матриц. Связь между сложением и умножением достигается с помощью логарифмического преобразования, что и приводит как к метрике Кэли, так и к метрике Лобачевского. Корректная «метризация» проективного пространства через углы дает нам связь алгебраических и трансцендентных функций.

Не является предметом данного эссе излагать все дерево теорем, лемм и следствий, которое растет на фундаменте ОСНОВАНИЙ МАТЕМАТИКИ. Уже более четверти века (согласен, что это ничтожно мало, по сравнению с вечностью) я, совместно с Р.О. ди Бартини, пытался побудить к размышлению тех, кто «прикладывает» математику к проектированию систем.

Не является предметом данного эссе и обобщение сказанного не только до многомерных, гильбертовых и *r*-мерных пространств ГЕОМЕТРИИ, но обобщение до многомерного ВРЕМЕНИ, что является предметом ХРОНОМЕТРИИ. Предложение О. Веблена по обобщению Эрлангенской программы Клейна, отвергнутое в Болонье, позволяет совершить переход от гармонического отношения четырех точек проективного пространства к гармоническому отношению ЧЕТЫРЕХ УГЛОВ на проективной плоскости. Этот шаг связывает в одно целое как геометрии Клейна, так и геометрии Римана. Совершенно очевидно, что при дальнейшем развитии, мы будем иметь дело не только с «плоскими», но и многомерными углами.

Понятие «многомерное время» не есть фантом пустого воображения. Социально-экономические системы имеют МЕРУ в форме общественно-необходимого времени на удовлетворение ВСЕХ потребностей. Обратим внимание, что количество названных нами «частных» времен равно количеству «частных» удовлетворяемых потребностей. Эти общественно-необходимые «времена» само изменяется с ходом астрономического времени.

И мы должны подумать о разработке правил дифференцирования и интегрирования времени по времени.

Я полагаю, что я обозначил тему, которая может стать подходящей основой для последующего развития ИСКУССТВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ РЕАЛЬНОСТИ.

Кузнецов П.Г.

Как понимать Крона?²⁶

Прошло 15 лет, как на русском языке появилась монография Г. Крона «Тензорный анализ сетей», но я не вижу сколь-нибудь серьезного влияния его работы на нашу математическую, физическую и инженерную мысль. Было бы несправедливо относить эту «недоступность» понимания только к нашей науке: Бенеш Хоффман, подаривший автору четыре тома работ японской ассоциации прикладной геометрии, с грустью отметил, что Америка *не знает* Крона.

Действительно, только Япония оказалась страной, где продолжается научное направление, созданное Г. Кроном. Передо мною, как одним из редакторов «Тензорного анализа сетей», возникла проблема: «Где загадка, делающая работы Г. Крона недоступными широким кругам научной общественности?».

Мною найдено несколько положений, без которых сознательное освоение работ Г. Крона *невозможно*.

1. *Мы «забыли» Лагранжа, который пользовался принципом «виртуальных скоростей», а не «виртуальных перемещений».*

Это означает, что Лагранж пользовался «принципом сохранения МОЩНОСТИ», а не «принципом сохранения ЭНЕРГИИ». Линейная форма, которую составляют из произведений сил на перемещения, равная нулю, означает сохранение энергии. Но линейная форма, составленная из произведений сил на скорости, равная нулю, означает сохранение мощности. Именно такой фразой открывается работа Г. Крона «Нериманова динамика вращающихся электрических машин» 1934 года, которую японские авторы назвали работой, «делающей эпоху». В этой работе Г. Крон указывает, что истинными координатами Лагранжа (в применении к вращающимся электрическим машинам) являются не *заряды* (электрический аналог смещения или перемещения), а *токи*.

Каждый, кто хоть что-то знает об электрических машинах, может понять, что электрическая машина не может описываться зарядом (т.е. количеством электричества, которое прошло через обмотки машины), а характеризуется токами, определяющими ее мощность.

Полезно заметить, что мощность электрической машины НЕ ЗАВИСИТ от географического положения (*координат!*) машины, что и

²⁶ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному 1996 г. Публикуется впервые.

являет себя в отсутствии указания на место расположения машины, а целиком определяется только токами, протекающими через обмотки. Если классическая механика имела дело с координатами, которые характеризуют положение тела в пространстве, как географическое положение, то обобщенные «координаты» никакого отношения к местоположению системы не имеют.

Г. Крон не мог «доказать» инвариантность МОЩНОСТИ, но этого и не следовало делать. Он «согласился», что вопрос об инвариантности мощности взяли на себя математики-топологи. Но в топологии слово «мощность» означает «МОЩНОСТЬ МНОЖЕСТВА» и не имеет никакого отношения к ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЕ — МОЩНОСТЬ. Но это «издержки» многоязычия уже самой математики.

Такие принципы сохранения, как энергия, импульс, момент количества движения НЕ ДОКАЗЫВАЮТСЯ, а применяются, если это не приводит к недоразумениям. Если Лагранж демонстрировал принцип сохранения мощности на устройстве из блоков, называемом полиспаг, то Крон демонстрировал этот принцип на двухобмоточном трансформаторе: если на первичной обмотке напряжение 50 вольт, а ток 1 ампер, то на вторичной обмотке мы можем иметь напряжение 500 вольт при силе тока 0,1 ампера. В терминах Лагранжа это означает, что если за конец веревки мы тянем с силой 50 кг, и веревка перемещается со скоростью 1 м/с, то груз весом 500 кг будет подниматься со скоростью 0,1 м/с. Замена напряжения на силу и скорости на ток — типична для всех работ Г. Крона.

Однако Крон не был первым, кто после Лагранжа пользовался принципом сохранения мощности. Этот же принцип характеризует ВСЕ РАБОТЫ Дж.К. Максвелла. Но и это не бросается в глаза, если не приложить некоторых усилий (я продолжу это изложение в другом месте).

2. *Г. Крон отождествляет понятие ТЕНЗОР или СПИНОР с определенной ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНОЙ.* Нужно заметить, что понятие РАЗМЕРНОСТИ физической величины было введено Максвеллом, который и предложил символ размерности в виде квадратных скобок. Уже на 5-ой странице трактата Максвелла «Электричество и магнетизм» он показывает переход к ДВУМ независимым размерным величинам — к ДЛИНЕ и ВРЕМЕНИ.

Автору совместно с Р.О. ди Баргини пришлось «переоткрыть» не только работы Максвелла, но его предшественника Германа —

«ФОРОНОМИЮ» или КИНЕМАТИКУ. Заметим, что Герман опубликовал это в 1716 году, а его работой хотел воспользоваться И. Кант для систематического изложения всей физики.

Автор, совместно с Бартини, предлагал различать физические величины по выражению, которое охватывает ВСЕ ВОЗМОЖНЫЕ физические величины:

$$[L^R T^S]$$

где L — длина,

T — время,

R и S — ЦЕЛЫЕ (положительные или отрицательные) ЧИСЛА.

Однако, если говорить точно, то возможны ДВА ВИДА ПРОИЗВЕДЕНИЙ, составленных из ДЛИНЫ и ВРЕМЕНИ: скалярное и векторное.

Произведение СИЛЫ на ДЛИНУ дает:

- при СКАЛЯРНОМ произведении — РАБОТУ (ЭНЕРГИЮ);
- при ВЕКТОРНОМ произведении — МОМЕНТ СИЛЫ.

Как первое, так и второе произведение в терминах длины и времени имеют одинаковое выражение

$$[L^5 T^{-4}],$$

но совершенно РАЗЛИЧНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ (этот раздел мы осветим подробнее несколько позже).

3. Тензоры, псевдотензоры и спиноры.

Предыдущее различие двух произведений учитывается в спинорах, относительно которых имеют место различные недоразумения. «Поляризация» спинора и дает нам два ЗНАКА у такой физической величины, как МОМЕНТ СИЛЫ. Нечто подобное мы имеем и при сохранении МОЩНОСТИ.

Автор считает, что если ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ величины можно представлять как различные степени ДЛИНЫ, то ВРЕМЕННЫЕ величины соотносятся с пространственными величинами, как УГЛЫ. Подобной интерпретацией занимался И.М. Яглом (личное сообщение).

Мне хотелось бы приучить читателя к ИЗОТРОПНЫМ ПРОСТРАНСТВАМ, которые характеризуются тем, что квадратичная форма равна нулю. Геометрический смысл такой нулевой форма весьма прост. Он же обеспечивает «визуализацию» N -мерных и гильбертовых пространств. Не менее интересна геометрическая интерпретация дробных ($2/3$ -, $4,375$ - и т.п.) и π -мерных пространств. Философская система Гегеля использует в качестве адекватной базы как раз π -мерные пространства,

которое является точным представлением (визуализацией) проективной плоскости (здесь я лишь наметил те разделы, которые затрудняют понимание работ Г. Крона).

4. *О трех перечисленных пунктах, затрудняющих понимание и практическое использование работ Г. Крона, можно говорить только тогда, когда читатель обладает математической культурой.* Последнее, по моему мнению, предполагает знание ответа на три вопроса:

а) Почему человечество, с необходимостью присущей случаю, должно было ПРИДУМАТЬ то, что мы теперь называем «МАТЕМАТИКА»?

б) Как устроена математика, т.е. каково устройство ЛЮБОЙ математической теории?

в) Чем отличается ЗНАНИЕ самой математики от УМЕНИЯ использовать математику как в постановке, так и решении проблем окружающего нас мира?

4. *а) Почему человечество, с необходимостью присущей случаю, должно было ПРИДУМАТЬ то, что мы теперь называем «МАТЕМАТИКА»?*

На предыдущем семинаре²⁷ мы познакомились с устройством математических теорий и показали различие между ИСТИНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ и ИСТИНОЙ ДИАЛЕКТИЧЕСКОЙ. Первая является НЕОБХОДИМОЙ, но НЕДОСТАТОЧНОЙ, чтобы удовлетворять критерию истины в форме ПРАКТИКИ.

Теперь мы должны познакомиться с теми «ловушками», которые стоят на нашем пути при проектировании «САПР-ЭВМ», когда мы захотим перейти от «естественного» языка к языку «математики». Мы будем иметь дело с тем, что философы называют «МЕТАФИЗИЧЕСКИМ МЫШЛЕНИЕМ». Чтобы не попадать в ловушку метафизического мышления, нам необходимо иметь ясное представление о следующих вопросах:

- Почему человечество (с необходимостью, присущей случаю) должно было придумать математику?
- Как она устроена? Чем отличается знание математики от УМЕНИЯ ей пользоваться в конкретном проектировании систем?

²⁷ Дальнейший текст вплоть до вопроса 4б представляет собой выдержку из материалов семинара «Философско-методологические проблемы проектирования систем управления», указанных в списке публикаций и рукописей П.Г. Кузнецова (см. том I) как [1984-3], [1984-4], [1984-5] — прим. сост. Е.Б. Попова.

Со словами естественного языка в нашей голове связаны «ОБРАЗЫ». Так, например, со словом «ДОМ», который в тексте остается тождественным самому себе (за счет того, что мы его зафиксировали тремя буквами: «Д», «О», «М») у каждого человека ассоциируется какой-то «ОБРАЗ». Какой-то «ОБРАЗ» будет в голове ребенка и какой-то «ОБРАЗ» будет в голове маститого архитектора. Каждому понятно, что нельзя требовать, чтобы со словом естественного языка в голове каждого человека ассоциировался ОДИН И ТОТ ЖЕ ОБРАЗ. Такое требование мог выставить только Козьма Прутков в трактате «О введении единомыслия в России». По мере превращения ребенка в маститого архитектора детский образ «ДОМ» будет наполняться все новым и новым СОДЕРЖАНИЕМ. Возникает ПРОТИВОРЕЧИЕ между неизменностью написанного слова «дом» и изменением ассоциированного с этим словом образа.

Со словами «математического языка» подобных вещей не происходит. Если некоторый математический объект обозначен в математическом тексте буквой A , то взаимно однозначное соответствие написанной буквы A и обозначенного ею математического объекта сохраняется на БЕСКОНЕЧНОМ ИНТЕРВАЛЕ ВРЕМЕНИ. В переводе на человеческий язык это означает, что объект является «объектом математики» тогда и только тогда, когда он ТОЖДЕСТВЕНЕН САМ СЕБЕ. Это означает, что существует кардинальное различие между естественным и «математическим языком». Здесь и лежит трудность в «переводе» того, что нами ПОНЯТО, на «язык математики». Это означает, что СЛОВАРЬ математической теории САПР-ЭВМ должен состоять не из слов естественного языка, а из ТЕРМИНОВ, которым точно соответствуют неизменные математические «ОБЪЕКТЫ».

Человек, который получил профессиональное математическое образование, привыкает жить в мире ОБРАЗОВ своего математического мира, не замечая этой неизменности математических объектов. Не догадываясь об устройстве своего «математического мира» и не зная, в каком соответствии с миром, описываемым обычным естественным языком, находятся его личные «знания о мире», он испытывает тоску по точности выражения. Ему субъективно хочется, чтобы действительный мир был устроен так же, как устроен привычный для него мир математики.

Опаснее другое — ему начинает казаться, что в окружающей действительности СУЩЕСТВУЮТ НЕИЗМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ!

Так рождается из важного и нужного идеального мира математики «пустоцвет» метафизического мышления. Заметим, что термин

«метафизическое» не является ругательством, ярлыком, который можно наклеивать на неуютную личность, — это своеобразная «болезнь», «инфантильность» научного мышления. Подобно тому, как ребенок доходит до «юношеского» мышления, так и детство человечества дошло до своей «юности» в виде математического мышления. Когда юноша становится мужчиной, то ему пора отказаться от юношеских иллюзий. Так и в истории научного мышления — математическое мышление необходимый этап становления научного мышления... но далеко еще не современный его этап. По этой причине и критиковали классики метафизическое мышление г-на Дюринга:

«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; его речь состоит из «да-да», «нет-нет»; что сверх того, то от лукавого» (К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., Т.20. — С. 21)

Как же, зачем и почему человечество создало этот удивительный неизменный МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МИР?

Наши, а именно человеческие, знания о мире, в котором мы живем, отличаются от «знаний животных» тем, что животное получает свои знания о мире непосредственно с помощью собственных органов чувств, а человек — большинство знаний получает через ЧЕЛОВЕЧЕСКУЮ РЕЧЬ. Эта человеческая речь, т.е. тот самый естественный язык, позволяет сформировать в голове собеседника «ОБРАЗ» предмета, которого собеседник никогда не видел, но, после того как этот «ОБРАЗ» сформирован, то он «УЗНАЕТ» этот предмет. Так каждый из нас создает у себя в голове образ того, что видел наш собеседник. Более того, человеческая речь является «ОСМЫСЛЕННОЙ» лишь тогда, когда она «шевелит образы» в нашей голове. «СМЫСЛ» речи и «опирается» на эти образы, которые есть в наших головах. Очевидно, что «изменяющийся смысл» соответствует естественному языку, а «неизменяющийся смысл» — соответствует языку математики. Приведем простой пример. Мы слышим человеческую речь на НЕЗНАКОМОМ ЯЗЫКЕ. Она не «шевелит образы» в нашей голове и воспринимается нами как «бессмысленный набор звуков». Таким образом, наша человеческая речь предназначена изменять образы в голове собеседника, что и характеризует такой эффект, как мое изменившееся «ПРЕДСТАВЛЕНИЕ», допустим, о подлинном «предмете философии».

Пользуясь естественным языком, я обязательно использую и те образы, которые есть в голове собеседника. Я могу показать на какой-нибудь предмет в нашей комнате и рассказать о предмете, который никто не видел, последовательно ПЕРЕЧИСЛЯЯ «сходства» и «различия» неизвестного предмета от того, на который показываю. Это и будет зародыш «формальной» или «математической» логики. Такая логика состоит в перечислении «сходства» и «различия» — она же и является логикой метафизической.

Теперь нам предстоит сделать последний шаг к созданию «мира математики». Мой рассказ будет хорошо понят слушателями, но его не поймет ни один человек, который никогда не видел тот предмет, на который я показывал. Кроме того, «эталонный предмет природы» сам ИЗМЕНЯЕТСЯ, ведь в нашем мире НЕТ НЕИЗМЕННЫХ ПРЕДМЕТОВ. Зато, если бы у нас были некоторые «эталонные неизменные образы», то мой рассказ имел бы НЕПРЕХОДЯЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ. Для того, чтобы описание того или иного явления природы имело НЕПРЕХОДЯЩИЙ ХАРАКТЕР человечество и создало этот «математический мир» неизменных «эталонных образов». Двигается по небу планета. Ну и бог с ней. Но если в движении планеты мы ОТКРЫВАЕМ, что невидимый «эллипс планетной орбиты» остается БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ, то «ХОП» — мы на этот неизменный эллипс планетной орбиты и цепляем «математический эллипс» — устанавливая ЗАКОН ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТЫ. Очень хороший мир придумали по ходу развития человечества математики. Но одно дело «знать математику», а другое дело — УМЕТЬ ЕЮ ПОЛЬЗОВАТЬСЯ. Я полагаю, что у всех сложилось определенное представление о том, почему и зачем был придуман уникальный мир «абсолютно неизменных предметов». С другой стороны, нам понятно и почему возникает «метафизическое мышление»: оно — результат «переноса» математических образов на тот мир, в котором мы живем.

Можно до потери сознания «ругать» метафизическое мышление, но нужно показать, ПОЧЕМУ ОНО ВОЗНИКАЕТ, где оно НЕОБХОДИМО и почему не УНИВЕРСАЛЬНО. Нетрудно видеть, что математический эталон «ИСТИНЫ» — это один и тот же «эталон», который уже двести лет тому назад оставлен за «кормой» философии диалектического материализма. Не нужно думать, что вокруг нас мало таких «малограмотных» в истории философского (оно то и есть НАУЧНОЕ) мышления. Думаю, что кое-кто здесь может почувствовать себя

«несколько неуютно». Но это НЕ ВИНА, А БЕДА, что у нас до сих пор нет изложения диалектической логики ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ.

Выше мы отметили такую особенность написанного ТЕКСТА, которая состоит в НЕИЗМЕННОСТИ. Каждая буква и каждое слово остается «ОДНИМ И ТЕМ ЖЕ» вне зависимости от текущего времени. Мы слышим много разговоров о том, что один и тот же текст подвергается «различной интерпретации» в зависимости от читателя, времени и места чтения.

Это справедливое наблюдение, которое относится к текстам, которые написаны на естественном языке. Совсем другое положение мы встречаем при работе с математическими текстами: если некоторое математическое положение ДОКАЗАНО 2000 лет тому назад, то оно остается ДОКАЗАННЫМ и 10, и 100 тысяч лет спустя, но при одном условии, что есть люди, которые умеют читать математический текст.

Если доказано, что число простых чисел в натуральном ряде бесконечно, то такая математическая истина транслировалась, транслируется и будет транслироваться от поколения к поколению, пока существует человечество!

Этот «непреходящий» характер математических доказательств является выдающимся достижением культуры научного мышления человечества.

Не сразу бросается в глаза такая простая истина, что математические доказательства относятся к ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ОБРАЗАМ, которые остаются тождественными самим себе. Назовем несколько таких «самотождественных» образов, которые существуют только в сознании отдельных людей, но не встречаются в окружающем нас мире. К числу этих образов относятся:

1. «Прямая линия»;
2. «Квадрат»;
3. «Окружность».

Попробуем разобраться с таким простым математическим термином, как «прямая линия». Сравнительно недавно некоторые очень «большие» физики пытались определять этот термин, как «траекторию светового луча». Это означает, что «уклонение» некоторой линии от траектории светового луча должно восприниматься как «искривление» прямой линии. С другой стороны, каждый школьник знает, что при закате солнце кажется больше, чем когда оно стоит в зените. Этот эффект увеличения видимых размеров солнечного диска принято объяснять рефракцией, т.е. «искривлением» траектории светового луча. Здесь мы

встречаемся с фактом, что «эталонный образ» прямой линии, находящийся в голове каждого школьника, является более «прямым», чем траектория светового луча. Откуда же берется этот ОБРАЗ «идеальной прямой линии»?

Мудрый Евклид определял понятие «прямой линии» как «РАВНОЛЕЖАЩЕЙ НА ДВУХ ТОЧКАХ». Кое-кто из современных математиков критиковал определение Евклида за его «нестрогость»...

Лучшее объяснение этого процесса становления математического образа прямой линии принадлежит жене П. Эренфеста — Т.А. Афанасьевой-Эренфест. Ни у кого (из тех, кого мне доводилось читать) мне не встречалось такое объяснение, которое опирается на ПРАКТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ при формировании этого математического ОБРАЗА...

Татьяна Алексеевна обратила внимание на ПРАКТИЧЕСКУЮ ПРОЦЕДУРУ «проверки» — такого инструмента, как ЛИНЕЙКА.

Что же мы ДЕЛАЕМ (а не ГОВОРИМ!), когда устанавливаем свойство «прямоты» линейки?

В полном соответствии с Евклидом мы ставим на бумаге ДВЕ ТОЧКИ и прикладываем к ним линейку; проводим ЛИНИЮ; затем, переместив линейку вдоль проведенной линии, снова проводим ВТОРУЮ ЛИНИЮ и следим за ее СОВПАДЕНИЕМ с ПЕРВОЙ линией. Если линии совпали, то наша линейка выдержала ПЕРВОЕ ИСПЫТАНИЕ.

Но это — только ПЕРВОЕ испытание. Наш следующий шаг состоит в том, что мы поворачиваем линейку «вокруг проведенной линии». Снова устанавливаем ее на те же две точки и снова проводим уже третью линию. Если и эта линия совпала с двумя предыдущими, то выполнена еще одна часть испытания. Наконец, как и в первом испытании, перемещаем линейку вдоль линии и снова проводим новую линию.

Если ВСЕ ЧЕТЫРЕ проведенных линии СОВПАЛИ, то мы имеем право сказать, что наша линейка — «ПРЯМАЯ»!

Выполненные процедуры проверки линейки позволяют сказать, что «прямая линия — есть ОСЬ ВРАЩЕНИЯ АБСОЛЮТНО ТВЕРДОГО ТЕЛА». Мы видим, что абстракция прямой линии требует обращения к абстракции «абсолютно твердого тела». Нетрудно показать, что абстракция «абсолютно твердого тела» является ПЕРВОЙ «математической» абстракцией.

Мы провели это обсуждение «образа» прямой линии только для того, чтобы обратить внимание на уникальный мир — мир

«геометрических образов». Само собою разумеется, что мир геометрических образов составляет лишь часть мира образов, которые наполняют наше сознание.

Теперь мы можем дать ПЕРВУЮ ДИХОТОМИЮ на этот мир образов:

- образы бывают ПОСТОЯННЫЕ (математические или геометрические);
- образы бывают ПЕРЕМЕННЫЕ (ассоциируемые со словами естественного языка).

Не сразу бросается в глаза, что мир математики — это мир объектов, которые обладают уникальным свойством — они **ТОЖДЕСТВЕННЫ САМИ СЕБЕ!**

В последнее время в связи с развитием «нестандартного» (неархимедова) анализа этот факт вышел «наружу»: в свое время осталось «незамеченным» свойство математических МНОЖЕСТВ. Теоретико-множественное описание всей современной математики, которое провела группа Н. Бурбаки, базировалось на утверждении, что ЭЛЕМЕНТОМ математического множества может быть ТОЛЬКО объект, который тождественен сам себе. А таким свойством обладают ТОЛЬКО МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ!

Справка:

«Некоторые свойства, например, $x = x$, истинны для ВСЕХ элементов из E ; любые два таких свойства эквивалентны; определяемая ими часть, называемая иногда ПОЛНОЙ ЧАСТЬЮ множества E , есть не что иное, как само множество E .

Напротив, некоторые свойства, например, $x \neq x$, не истинны ни для какого элемента из E ; любые два таких свойства также эквивалентны; определяемая ими часть называется ПУСТОЙ ЧАСТЬЮ множества E и обозначается \emptyset .

Заметим, что E и \emptyset являются дополнениями одно для другого». (Бурбаки Н. Теория множеств. — М.: Мир, 1965. — С. 355).

Это означает, что мы остаемся в рамках МАТЕМАТИКИ, когда говорим: «множество корней уравнения», «множество точек», «множество прямых» и т.д.

Но мы демонстрируем математическое невежество, когда говорим: «множество книг», «множество гусей» и т.д.

Обращаясь к математическому определению термина «множество», зададим себе вопрос: «А существуют ли в математике «ПЕРЕМЕННЫЕ»

величины? К какой части множества они относятся? К ПОЛНОЙ ЧАСТИ? К ПУСТОЙ?»).

Эти вопросы не очень существенны, пока мы имеем дело с «чистой» математикой, но они встают во весь рост, когда мы ЗАДУМЫВАЕМСЯ о математическом описании действительного мира, в котором мы живем. Недавно появилось «новое» направление в прикладной математике, которое можно назвать «задизмом» (от Заде). Это направление характеризуется тем, что намерено ввести «чуть-чуть» изменяющиеся элементы множества. Но математика не позволяет «вольностей» такого рода — не для того Человечество на протяжении тысячелетий создала такое прекрасное творение, чтобы отказаться от него в угоду математическому невежеству.

Вернемся к описанию окружающего нас мира. Как же удастся описывать изменяющийся и РАЗВИВАЮЩИЙСЯ МИР с помощью объектов, которые «тождественны сами себе»?

Обратим внимание, что все «точное естествознание» можно рассматривать как применение ИНВАРИАНТОВ. Вся предшествующая наука «открывала законы», как нечто «устойчивое» и «сохраняющееся», лежащее в глубине «за видимостью изменений». Мы открываем закон природы, когда находим ТО, ЧТО НЕИЗМЕННО В ДАННОМ КЛАССЕ ЯВЛЕНИЙ.

Завершая этот раздел о причинах возникновения математики, мы зафиксировали мир неизменных математических эталонов в виде геометрических образов. Такие «идеальные» образы существуют только в сознании Человека.

Но мы ничего здесь не сказали о возникновении человеческого языка, его связи с процессом совершенствования орудий и причины возникновения самих образов, как носителей «СМЫСЛА».

4. б) *Как устроена математика, т.е. каково устройство ЛЮБОЙ математической теории?*

***Глава 1. Требования математической теории*²⁸**

§1. Возникновение идеи о «единстве» всей математики

Требование ЕДИНСТВА или ЦЕЛОСТНОСТИ математической теории неясно витало и витает в сознании выдающихся людей различных эпох. Уже в своеобразном «манифесте» группы Н. Бурбаки мы встречаем описание крушения замысла первой унификации всей математики у

²⁸ Дальнейший текст с некоторыми изменениями вошёл в состав статьи «Фотоника» (см. в настоящем томе) — прим. сост. Е.Б. Попова.

пифагорейцев — «все вещи суть числа»; открытие иррациональности — отвергло эту попытку унификации. Здесь была обнаружена НЕСОИЗМЕРИМОСТЬ. Несоизмеримость стороны квадрата и его диагонали разрушили наивную уверенность пифагорейцев в том, что ВСЕ можно выразить натуральными числами.

Проблеме унификации современной математики посвящено многотомное издание Н. Бурбаки, но его созданию предшествовала длительная история.

Принципиальные возможности УНИФИКАЦИИ всей математики предпринимались и предпринимаются с использованием различных языков. Наиболее глубокая граница лежит между языком математической логики и языком геометрии.

Анри Пуанкаре делил математиков на АНАЛИТИКОВ и ГЕОМЕТРОВ, хотя первых он называл «аналитиками», а вторых «интуитивистами». При этом он замечал, что первые остаются аналитиками, работая в геометрии, а вторые остаются интуитивистами, работая в сфере анализа. Наше деление математиков на два типа — на Логиков и Геометров, которых можно считать синонимами аналитиков и интуитивистов, опирается на другую философскую базу, чем использованная Пуанкаре.

Происхождение Логиков и Геометров. Два типа «образов» — образы Таблиц (умножения, тригонометрических формул, формул дифференцирования и интегрирования и т.д.) и образы Геометрических объектов (точка, линия, объем, пространственное воображение и т.д.) Образы Таблиц и их противоположность образу «абсолютно твердого Тела».
А. Пуанкаре.

(Оставить этот раздел на будущее).

Мы хотели бы выделить Эрлангенскую программу Ф. Клейна в качестве первой современной попытки унификации ВСЕЙ МАТЕМАТИКИ (1872 г.).

Догадка, которой руководствовался Ф. Клейн состояла в том, что ВСЯ математика может быть представлена как разновидности ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ. Он писал:

«Между приобретениями, сделанными в области геометрии за последние пятьдесят лет, развитие *проективной геометрии* занимает первое место. Если в начале казалось, что для нее недоступно изучение так называемых метрических свойств, так как они не остаются без изменения при проектировании, то в новейшее время научились

представлять и их с проективной точки зрения, так что теперь проективный метод охватывает всю геометрию» (Об основаниях геометрии. — М.: ГИТТЛ, 1956. — С. 399).

Ф. Клейн считал, что ему удалось специфицировать типы геометрий с помощью ГРУПП ПРЕОБРАЗОВАНИЙ КООРДИНАТ.

Не очень бросается в глаза, что метрика, доступная проективной геометрии — это метрика, которая позволяет разделить на две равные части отрезок или увеличить отрезок в два раза. Таким образом эта метрическая шкала состоит из чисел, которые кратны 2^n или 2^{-n} . Само собою разумеется, что эта дискретная шкала, которая вполне достаточна (в прикладных теориях, использующих вычислительные машины) для всех технических приложений.

Другой подход к единству ВСЕЙ ГЕОМЕТРИИ был продемонстрирован Д. Гильбертом в его работах по основаниям геометрии. Гильберт положил в основу различия геометрий — различие в использовании АКСИОМ. Рассматривая каждую аксиому и ее отрицание, Гильберт предъявил не только неевклидовы геометрии, но и недезарговы, неархимедовы, непаскалевы и др. геометрии. У Гильберта было введено 16 аксиом. Если считать, что все приведенные им аксиомы НЕЗАВИСИМЫ, то мы должны обзирать и «узнавать в лицо — 2^{16} геометрий, каждая из которых может быть выделена последовательностью из нулей и единиц (в зависимости от принятия данной аксиомы — 1, а если данная аксиома отрицается, то 0) — 65 536 различных геометрий. При интерпретации каждой в той или иной предметной области — мы можем получить такое же количество качественно различных физических теорий.

Третий подход к единству ВСЕЙ ГЕОМЕТРИИ идет от О. Веблена. Не задерживаясь на антагонизме геометрий Клейна и Римана, блестяще разобранных Э. Картаном в его работе «Теория групп и геометрия» (1927 г.), существование римановых геометрий, которые лежат за рамками Эрлангенской программы Ф. Клейна, привело О. Веблена и Дж. Уайтхеда к работе «Основания дифференциальной геометрии». Там О. Веблен упоминает о своем докладе на международном математическом конгрессе в Болонье. О. Веблен ожидал синтеза всех геометрий, как «...теории пространств с инвариантом». Мне кажется, что О. Веблен и использовавший его работы Г. Крон, сделали шаг в правильном направлении. Здесь мы встречаемся с понятием «РАЗМЕРНОСТЬ», которое будет иметь весьма важное значение в нашем последующем изложении. Развитием работ Г. Крона, порожденных его «Неримановой

динамикой вращающихся электрических машин», служит четырехтомное издание работ японской ассоциации прикладной геометрии (RAAG), изданных в 1955-1968 гг.

Хотя японская ассоциация пользовалась работой Г. Крона «Нериманова динамика вращающихся электрических машин» (1934 г.), только в Японии мы находим развитие идей Г. Крона. Я (являясь редактором книги Г. Крона «Тензорный анализ сетей», М.: Сов. радио, 1978) не могу отказать себе в удовольствии процитировать его предисловие 1939 г. Многие ли математики в то время были знакомы с возможными обобщениями N -мерных пространств, о которых пишет Г. Крон?

«... N -мерные пространства можно обобщать до бесконечномерных пространств. Кроме того, вместо использования только четырех-, пяти- и вообще целочисленно-размерных пространств можно использовать $2/3$ -, $4,375$ - или π -мерные пространства, включающие все типы сложных структур. Эти пространства используются в исследовании более фундаментальных электродинамических явлений» (С. 12).

Бесконечномерные пространства или гильбертовы пространства известны многим и их упоминание, как обобщения N -мерных пространств, вполне уместно.

Исследование фракталей, как пространств с нецелочисленной размерностью, стало модным лишь в последнее время, а что касается π -мерных пространств, то здесь мы имеем дело лишь небольшим числом пионерских работ.

§2. «Стандарт» математической теории по Бурбаки

Теперь мы можем обратиться и к тому «стандарту», который предложен группой Н. Бурбаки. Первая глава книги «Теория множеств» носит название «Описание формальной математики». Здесь не место для изложения, которое удовлетворяет строгости, с которой она изложена авторами Трактата. Ее суть можно представить следующим образом.

Всякая математическая теория состоит из:

- 1) языка формальной теории;
- 2) аксиом;
- 3) правил вывода.

Наличие указанных трех составных частей характеризует ЛЮБУЮ МАТЕМАТИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ.

Указанные составные части сами имеют некоторое членение. Рассмотрим первую составную часть теории:

1. ЯЗЫК

Последний сам состоит из трех составных частей:

1.1) АЛФАВИТ — это буквы и знаки, которые будут использоваться для написания текста данной теории. Мы, с учетом дальнейших применений, будем рассматривать БУКВЫ отдельно от ЗНАКОВ. Это различие не очень существенно для математики, но полезно для будущих приложений.

1.2) СЛОВАРЬ — это или БУКВА, или последовательность БУКВ, с помощью которых мы будем писать ИМЕНА ОБЪЕКТОВ, которые будут рассматриваться в данной теории. Обратим внимание читателя, что после введения СЛОВАРЯ — ВСЕ ВЫСКАЗЫВАНИЯ или УТВЕРЖДЕНИЯ данной теории можно формировать ТОЛЬКО из данного словаря. Другое названием ИМЕН ОБЪЕКТОВ — ТЕРМЫ или ТЕРМИНЫ. Мы видим, что в разных предметных областях используются разные термины, что и должно давать РАЗЛИЧИЕ в словарях различных теорий.

1.3) (...) Нет названия всей области, но здесь мы имеем дело с соединением ТЕРМОВ со ЗНАКАМИ. Такое соединение дает ФОРМУЛЫ и СООТНОШЕНИЯ, которые понимаются как ВЫСКАЗЫВАНИЯ или УТВЕРЖДЕНИЯ, соответствующие данной предметной области.

Мы предлагаем всю совокупность ФОРМУЛ или СООТНОШЕНИЙ, которую можно образовать из данного СЛОВАРЯ и данной совокупности ЗНАКОВ — называть ФОРМУЛИЗМОМ. Было бы естественнее назвать все возможные высказывания конкретного математического языка — ФОРМАЛИЗМОМ, но... этот термин уже используется математикой для обозначения всей теории в целом.

Обращаем внимание, что число высказываний, утверждений (формул или соотношений) внутри данного языка — ЧЕТНО: эта четность порождается знаком ОТРИЦАНИЯ, который сопровождает каждую математическую теорию. Наряду с высказыванием A всегда существует его отрицание НЕ- A .

Мы видим, что по способу образования сам по себе математический язык допускает любые утверждения из любой предметной области. Он ровно ничего не говорит об ИСТИННОСТИ или НЕ-ИСТИННОСТИ тех или иных утверждений или высказываний (формул или соотношений).

Различие ИСТИННЫХ и НЕ-ИСТИННЫХ высказываний определяется второй составной частью математической теории — ее АКСИОМАМИ.

II. АКСИОМЫ

Мы предпочитаем различать АКСИОМЫ двух типов:

- 2.1) АКСИОМЫ, которые в данной теории имеют ПОСТОЯННОЕ ЗНАЧЕНИЕ.
- 2.2) АКСИОМЫ, которые в данной теории могут изменять свое ЗНАЧЕНИЕ.

Предлагаемое различение аксиом в нормальной математике не делается, но нам необходимо это различие, поскольку в прикладной области сохранение ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ означает, что сохраняются утверждения, которые мы объявляем ЗАКОНАМИ данной предметной области. Изменение этих ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ означает, что мы ИЗМЕНИЛИ ТЕОРИЮ.

С другой стороны, изменение тех аксиом, которые могут менять свое значение — соответствует изменению УСЛОВИЙ, в которых используется данная теория. Практически речь идет о граничных, краевых, начальных и тому подобных УСЛОВИЯХ, которые сопровождают применение теории.

Иногда в роли ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ выступают КОНСТАНТЫ, более известные как ИНВАРИАНТЫ данной предметной области. Эти же ИНВАРИАНТЫ в физике выступают в роли ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ.

Последним элементом любой математической теории являются:

III. ПРАВИЛА ВЫВОДА

Это формулы и соотношения, которые позволяют заменять одно высказывание на другое без потери ИСТИННОСТИ. О правилах вывода можно сказать так — ЭТО ОДНО и ТО ЖЕ, но выраженное в двух различных формах.

Перечислив составные части любой математической теории, мы можем рассмотреть вопрос о том, что называется ВЫВОДОМ, получаемым как СЛЕДСТВИЕ из принятых АКСИОМ (или ПРЕДпосылок).

Используя аксиомы и условия, мы можем вычлениить из списка утверждений данной теории (то есть из списка, названного формулизмом):

- 1) Одно и только одно утверждение (соотношение). Это ОДНОЗНАЧНОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ означает, что список аксиом

и условий является для получения предсказания — НЕОБХОДИМЫМ и ДОСТАТОЧНЫМ.

- 2) Вместо одного утверждения (соотношения) — несколько: отсутствие однозначности предсказания свидетельствует о том, что нам НЕДОСТАЕТ каких-то условий для получения однозначных предсказаний.
- 3) Не существует ни одного утверждения в языке данной теории, которое удовлетворяет как исходным аксиомам, так и условиям. В таких случаях принято говорить, что условия противоречивы.

Поскольку все случаи, которые могут встретиться при извлечении следствий из принятых предпосылок нами разобраны, то и понятен образ действий в каждом случае. Однако, чтобы избежать «описок» при получении следствий, желательно каждую теорию сдавать в машинную систему, которая гарантирует нас от ссылок на интуицию и дает только то, что следует из данной конкретной теории.

Очевидно, что неоднозначность предсказания свидетельствует о том, что НЕТ (НЕДОСТАЕТ) каких-то УСЛОВИЙ.

Противоречивость может свидетельствовать о необходимости замены некоторых аксиом или условий.

Решив вопрос с аксиомами и условиями, обратимся к правилам вывода.

Правила вывода могут в физических приложениях играть роль УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ. Сохранение ФОРМЫ уравнений движения является задачей, которая решается при использовании МЕТОДА Г. Крона.

Практически это все, что необходимо знать ФИЗИКУ или ХИМИКУ об устройстве всех математических теорий. В списке постоянных аксиом со держатся УТВЕРЖДЕНИЯ, которые КОНСТРУКТОР ТЕОРИИ объявил ИСТИННЫМИ. Мы подчеркиваем это обстоятельство, так как развитие теории требует ИЗМЕНЕНИЯ АКСИОМ, которые были объявлены ПОСТОЯННЫМИ. По отношению к физике — это означает, что ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ являются не более, чем ПРАВИЛАМИ для вычисления ПРЕДСКАЗАНИЙ с достаточной для практики точностью.

Возможная величина невязки этих СОХРАНЯЮЩИХСЯ ВЕЛИЧИН может выражаться в двадцатом знаке, что может не иметь значения из-за значительной большей погрешности в методах измерения.

Кузнецов П.Г.

«Законы сохранения» для длин и углов («протяженность» и «длительность»)²⁹

«Пункт, где два поначалу совершенно чуждых источника понятия функции вступают в взаимодействие, — это понятие ЗАКОНА ПРИРОДЫ; сущность этого понятия состоит именно в том, что данная природой в соответствующем законе зависимость представима в виде функции, построенной чисто концептуально, — арифметическим способом».

Г. Вейль

Если существование омонимов в обыденной речи давно известно, то существование своеобразных «омонимов» в математической физике, как мне кажется, еще не было предметом детального рассмотрения.

Прошу простить мне мое невежество, так как научная позиция, требующая отделение ФИЗИКИ от МАТЕМАТИКИ, мне известна только у Н.И. Лобачевского, Дж.К. Максвелла, А. Гааза и Г. Вейля.

И Альфреда Реньи.

Когда мы обсуждаем соотношение между длинами и углами — мы находимся в мире ГЕОМЕТРИИ.

Однако, обсуждая соотношение между протяженностью и длительностью — мы переходим в мир ФИЗИКИ. Термин ВРЕМЯ — принадлежит миру ФИЗИКИ: его нет и не может быть в мире МАТЕМАТИКИ.

Сделанное выше утверждение можно принять как ПОСТУЛАТ:

«НА МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ НЕ ОКАЗЫВАЕТ НИКАКОГО ВЛИЯНИЯ РЕАЛЬНЫЙ ХОД ФИЗИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ».

Весь мир «математических объектов» существует только в воображении отдельных людей, составляющих часть Человечества. Совсем другой вопрос — вопрос о причинах возникновения этого мира «математических объектов». Совершенно очевидно, что имена, которые

²⁹ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному 2 мая 1996 г. Публикуется впервые.

даны математическим объектам, взяты из языка общения людей друг с другом. С другой стороны, точное значение терминов математики не соответствует тем именам, которые мы взяли из языка человеческого общения. Устанавливая различие между естественным языком и «языком» математики, мы должны выделить СМЫСЛ как тех, так и других.

Асимметрия понятий ПРИЧИНА-СЛЕДСТВИЕ или ПРОШЕДШЕЕ-БУДУЩЕЕ и возможность обращения этой категориальной пары.

(Далее идут ссылки на файлы из электронного архива, которые П.Г. Кузнецов, очевидно, планировал использовать при работе над данным текстом).

Кузнецов П.Г.

История математики — история рождения диалектики математики³⁰

«Свою жизненную задачу Флоренский понимает как проложение путей к будущему цельному мировоззрению. Основным законом мира Флоренский считает принцип термодинамики — принцип энтропии, всеобщего уравнивания (Хаос). Миру противостоит закон энтропии (Логос). Культура есть борьба с мировым уравниванием — смертью. Культура (от «культ») есть органически связанная система средств к осуществлению и раскрытию некоторой ценности, которая принимается за безусловную и потому служит предметом веры».

Словарь «Гранат», Т. 44, Флоренский П.А.

Спартак Петрович Никаноров и Эвальд Васильевич Ильенков

Недавно С.П. Никаноров предъявил мне список моих публикаций и большой список рукописей, из которых он сделал очерк моей научной деятельности.

Учитывая, что со Спартаком Петровичем Никаноровым я знаком с семинара в Институте автоматике и телемеханики с 1963 года, то время нашей совместной работы превосходит возраст Христа.

Учитывая, что с Эвальдом Васильевичем Ильенковым я знаком с момента своего выступления в Институте философии — с февраля 1956 г., то время нашей совместной работы — почти 23 года (Э.В. Ильенков неожиданно умер в 1979 году)

Я называл двух АНТИПОДОВ, своеобразную Сциллу и Харибду, между которыми была «зажата» вся моя научная деятельность... Но именно эти два человека поддерживали меня в моих усилиях по разработке полной системы жизнеобеспечения для ЛЮДЕЙ, КАК НА ЗЕМЛЕ, ТАК И В КОСМОСЕ

³⁰ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному 1 мая 1997 г. Публикуется впервые.

На пороге третьего тысячелетия уже пора подводить итоги всей ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ИСТОРИИ. Предметом, который нас связывал, была судьба будущих поколений «землян».

Является ли история набором случайных блужданий, траектория которых определяется мнением тех или иных политических лидеров, или это закономерный процесс — управляемый ОДНИМ ОБЩИМ ЗАКОНОМ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ — НЕИЗМЕННАЯ ОСНОВНАЯ ТЕМА ВСЕХ НАШИХ ОБСУЖДЕНИЙ.

И результат наших обсуждений — и есть тот результат, который останется от нас нашим потомкам.

С моей лично точки зрения — исторический закон развития человечества включает в себя два необходимых элемента:

1. СВОБОДА ОТ НУЖДЫ;
2. СВОБОДА ТВОРЧЕСТВА, КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С НУЖДОЮ.

В философской терминологии утрачено происхождение категории НЕОБХОДИМОСТЬ, как антипода категории СВОБОДА. Эта утрата происхождения категории НЕОБХОДИМОСТЬ допускает использование термина (НЕ КАТЕГОРИИ) СВОБОДА, как СВОБОДА ПРИНУЖДЕНИЯ.

Не всем довелось ходить в окружении овчарок и слышать молитву: «Вологодский конвой шуток не любит: шаг — вправо, шаг — влево, считаются за побег. Конвой применяет оружие без предупреждения!».

Само собою разумеется, что этой молитве более четырех тысяч лет. Хотя место формирования этого конвоя периодически меняется. Вероятно, уже наступает время, когда человечество сможет понять, что и этот феномен должен исчезнуть из жизни будущих поколений.

Вопрос об историческом развитии человечества редко возникает в обыденных явлениях общественной жизни, но о его существовании мне регулярно напоминает «молитва» вологодского конвоя.

Даже тогда, когда эти эпохи (хождение в окружении овчарок) уходят, то не уходят яркие сны, восстанавливающие эти воспоминания.

Пятьдесят лет — срок ничтожно малый по отношению к истории человечества. Пятьдесят лет — срок приличный для поиска ответа на этот проклятый вопрос. Конечно, с одной стороны — это вопрос о СМЫСЛЕ ЖИЗНИ. С другой стороны — это поиск ВОЗМОЖНОСТИ избавиться от дурного наследия прошлого и способность превратить это избавление в ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ.

Возможность постижения законов истории предполагали и Кант, и Гегель. Последний утверждал, что миром правит РАЗУМ. В данном случае постижение РАЗУМА в ходе исторического развития человечества предполагает, что это РАЗУМ ТВОРЦА, а человечество, созданное по образу и подобию ТВОРЦА, продолжает свою историю, выступая СОТВОРЦОМ своего собственного будущего. «Стимулом» к этому СОТВОРЧЕСТВУ и выступает то, что и называлось «стимулом» — острая железная палка, которую по мере надобности, втыкали в бедро волю.

«Вологодский конвой» — полностью оправдывает такое исходное значение «стимула»...

Объединяя две выдающиеся Личности в названии настоящей работы, Спартак Петрович Никанорова и Эвальда Васильевича Ильенкова, являясь придирчивым учеником того и другого, я хотел показать НЕОБХОДИМОСТЬ СИНТЕЗА «двух логик»: логики математической и логики диалектической. Попытка «объединения» своеобразных льда и пламени — не есть замысел полудурка, который ищет чего бы да с чем бы объединить.

Конечно, мои друзья не слышали лая овчарок, но количество дятлов, которые нас окружали, выходило за рамки разумного.

Любая теория, которой будет пользоваться человечество, будет представлена в своеобразном «банке научных теорий». Регулярное пополнение этого банка научных теорий будет осуществляться в массовом порядке НОВЫМ ПОКОЛЕНИЕМ ЛЮДЕЙ, каждый из которых в СОВЕРШЕНСТВЕ:

- ВЛАДЕЕТ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКОЙ и называет «теорию» — ТЕОРИЕЙ, если все предсказания данной ТЕОРИИ (при заданных УСЛОВИЯХ) могут быть получены из вычислительной системы (из «банка научных теорий») Так мне казалось можно охарактеризовать «голубую мечту» Спартак Петровича Никанорова.
- ВЛАДЕЕТ ДИАЛЕКТИЧЕСКОЙ ЛОГИКОЙ, т.е. владеет ПРАВИЛОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПОСТАНОВКИ ВОПРОСОВ, которыми необходимо пользоваться при СОЗДАНИИ-РАЗРАБОТКЕ любой прикладной теории в любой предметной области. Это моя интерпретация «голубой мечты» Эвальда Васильевича Ильенкова, который придерживался классического понимания философии, как ЦЕЛОСТНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ. Только он сумел внести различие между

«ВОСПРИЯТИЕМ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ», между «ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ И ПОНЯТИЕМ», между «ТЕРМИНОМ И КАТЕГОРИЕЙ», между ВЫСКАЗЫВАНИЯМИ И УТВЕРЖДЕНИЯМИ, которыми пользуется математическая логика, и ЛОГИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ, определяющими культуру научного философского мышления.

Последние встречаются в математике как АКСИОМЫ или как ПРЕД-ПОЛОЖЕНИЯ, но логические формы задаются КАТЕГОРИАЛЬНЫМИ ПАРАМИ (в форме ТЕЗИСА и АНТИТЕЗИСА), что в математике соответствует АКСИОМЕ и ее ОТРИЦАНИЮ, т.е. требовало бы соответствия между АКСИОМОЙ и АНТИАКСИОМОЙ. Но такого термина пока нет в математике. Принято говорить: евклидова — неевклидова геометрия, архимедова — неархимедова геометрия, дезаргова — недезаргова геометрия и т.д.

С 1963 по 1966 г. я был учеником С.П. Никанорова по системам управления комплексными целевыми программами.

С.П. Никаноров играл роль «главного идеолога» всех систем управления комплексными целевыми программами, являясь Главным конструктором системы «СУР» (Система управления разработкой). Так, его влияние на систему «ПУСК» (Планирование и строительство корабля), КОМПАС (Комплект организационных механизмов проектирования авиационных систем) и другие — не подлежит никакому сомнению. Крупнейшей системой тех лет была система «Заря-Голубой Залив», обеспечивавшая создание атомных ракетноносцев с баллистическими ракетами на борту.

Должен отметить и выдающуюся роль Роберта Макнамары, утвердившего систему “PERT-COST” для применения в Министерство Обороны США, тщательное штудирование которой оказало решающее влияние на мое понимание конструирования систем управления комплексными целевыми программами. 1 декабря 1966 г. я утвердил, как Главный Конструктор, систему «СПУТНИК», выполненную по заказу Института медико-биологических проблем, которая сперва предназначалась для разработки экологически замкнутой системы жизнеобеспечения лунной станции, а затем была переориентирована на создание Наземного Экспериментального Комплекса (сокращенно НЭК). Эта иерархически построенная организационная системы охватывала более шести тысяч участников из разных министерств и ведомств, а

сетевая модель плана содержала 4 000 индивидуальных работ. Общая продолжительность всего комплекса работ заняла около трех лет.

В 1968 г. нам пришлось делать сеть на систему «Точка» общей стоимостью порядка 100 миллионов рублей: здесь впервые использовалась система «СКАЛАР», охватывавшая около 10 000 исполнителей.

Это было время, когда становилось очевидным, что улучшения в управлении народным хозяйством страны возложено на совершенно безграмотных людей — «подснежников» и «позвоночников» (подобных и всей системе нынешних руководителей), хотя и в этой среде находились приятные исключения. Эти «исключения» и обеспечили беспрецедентное продвижение в области КОНСТРУИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ, что является лишь другим названием систем управления комплексными целевыми программами.

Однако, если с одной стороны мы располагали вычислительной техникой, способной отслеживать все взаимосвязи в подобных комплексах технических систем, наши социально-экономические дисциплины не только не имели понятия о работах этого класса, но оказались совсем неподготовленными к решению основной задачи нашего времени.

Проектирование комплексных систем управления не может осуществляться без ЗНАНИЯ ОБЪЕКТИВНЫХ ЗАКОНОВ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ.

В 1965 г. мы выполняли задание одной организации, которая занималась комсомолом. Ее руководитель так обозначил обсуждаемую проблему:

«Трудности, связанные с воспитанием подрастающего поколения, вызваны ростом культурного, общеобразовательного и научного уровня молодежи».

Реакция Никанорова была мгновенной «надо ликвидировать культурный, общеобразовательный и научный уровень молодежи — и нет проблемы!».

«Слушай, — сказал он мне, — надо позвать какого-нибудь хорошего философа и обсудить с ним философские проблемы. Я знаю, что на формальной или математической логике далеко не уедешь. Я хотел бы побеседовать с человеком, который действительно знает диалектическую логику».

Я знал только одного человека, который удовлетворял этим требованиям — это был Эвальд Васильевич Ильенков.

Так и состоялась встреча С.П. Никанорова и Э.В. Ильенкова. Приводя ниже их диалог, я постарался не смягчать те резкости, которые характеризовали Главного Конструктора системы «СУР».

Я приведу диалог между С.П. Никаноровым и Э.В. Ильенковым, который состоялся в ноябре 1965 г.

Н.: «Я хорошо знаю все, что относится к проектированию любого сложного технического комплекса. При формировании «дерева целей» такого комплекса нет никакого проку от знания математической или формальной логики. Говорят, что существует «нечто», называемое «диалектической логикой». Что я должен уметь делать, чтобы решать сложную техническую задачу с применением диалектической логики?»

И.: «Для этого надо изучить историю философии и понять, что произошло в истории философии при переходе от формальной к диалектической логике».

Н.: «Меня этот ответ не устраивает. Можете ли вы привести пример научной, технической или социально-экономической задачи, которая решалась бы с применением диалектического метода?»

И.: «Типичным примером такой социально-экономической задачи является «Капитал» Маркса. Ему никто ничего не мог подсказать, как отбирать из многообразия факторов общественной жизни именно те, которые определяют общественное развитие. Диалектическая логика — это метод создания теории на такую предметную область, где такой теории нет».

Н.: «И этот ответ меня не устраивает. Что же, я должен взять «Капитал» подмышку и идти решать прикладную задачу? Но вот настоящий вопрос: известен ли человек, который одновременно хорошо знал и математику, и диалектическую логику?»

И. (задумавшись): «Гегель...»

* * *

На этом беседа закончилась, а я мог только радоваться, что вопросы были заданы не мне.

Ильенков был очень расстроен, а я пытался убедить его, что все это чисто практические вопросы проектирования комплексных целевых программ. Я пытался его убедить, что пройдет каких-нибудь 30-50 лет и такие же вопросы возникнут у сотен, если не у тысяч разработчиков машинных информационных систем.

Я описал эту историю, чтобы показать, КАК ИЗМЕНЯЮТСЯ ТРЕБОВАНИЯ К КУЛЬТУРЕ ФИЛОСОФСКОГО МЫШЛЕНИЯ НА ГРАНИ ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ.

Демонстрация конфликта, как ярко выраженного ПРОТИВОРЕЧИЯ, может показать, что необходимо иметь МЕТОД, который позволяет осваивать диалектическую логику именно при решении конкретных проблем.

Нетрудно видеть, что любая ПРОБЛЕМА — ЕСТЬ ДИАЛЕКТИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ — И ЕСТЬ РАЗРЕШЕНИЕ ДИАЛЕКТИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ.

Несколько уходя вперед, я показал Ильенкову свое приложение к книге Е.А. Александрова «Основы теории эвристических решений», редактором которой я был («Сов. радио», М., 1975). В своем приложении к книге я демонстрировал как пример диалектического отрицания работы Лобачевского-Бойяи.

«Где же ты здесь видишь диалектику?» — спросил меня Ильенков. Я ему говорю: «Здесь старая теория (геометрия Евклида) ОТРИЦАЕТСЯ, но при этом она же и СОХРАНЯЕТСЯ. Создается НОВАЯ теория, построенная на ОТРИЦАНИИ старой теории. А новая и старая теория входят на правах частного случая в ПАН-ГЕОМЕТРИЮ, которая вообще не могла существовать при наличии в ней двух противоположных аксиом, при старом понимании научной теории. Это НОВЫЙ ВИД МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ.

«Нет, — сказал Ильенков, — здесь я что-то не понял. Как выглядит это отрицание в конкретных случаях?».

Я ему объяснил, что каждая физическая теория имеет ГРАНИЦЫ применимости. Если мы выходим за эти границы, то хотя теория остается истинной в математическом смысле, ее предсказания оказываются в противоречии с физическими наблюдениями. Тогда мы ищем ту аксиому, за границы применимости которой мы вышли. Заменяем эту аксиому на ее ОТРИЦАНИЕ и тем самым создаем НОВУЮ ТЕОРИЮ, которая дает правильные предсказания за границами старой теории...

«М-да... — сказал Ильенков, — Знаешь, а ведь внутри математики ДОЛЖНЫ СУЩЕСТВОВАТЬ ПРОТИВОРЕЧИЯ!».

«Что ты, — удивился я, — да ведь все математики так кичатся «непротиворечивостью» своих теорий!».

«Не суди меня строго, если бы в математике не было противоречий, то она давно бы перестала развиваться! Я не знаю, где они есть, но их нужно найти!».

В ноябре 1978 г. я показал Ильенкову, где внутри математики находятся ПРОТИВОРЕЧИЯ... Это «исходные правильные формулы» или «аксиомы», которые НЕ ДОКАЗЫВАЮТСЯ, а принимаются к рассмотрению с согласия математической аудитории.

Нельзя построить математическую теорию на формулах, где

$$A = A,$$

$$B = B,$$

$$C = C$$

и т.д.

Левая часть от знака равенства должна иметь другой вид, чем часть, которая стоит справа от знака равенства. Но всякая такая формула и представляет собою ОДНОВРЕМЕННО:

- АЛГОРИТМИЧЕСКИ НЕРАЗРЕШИМУЮ ПРОБЛЕМУ (тождество слов теории групп);
- ДИАЛЕКТИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ.

Вот пример трех «алгоритмически неразрешимых проблем»:

$$1 + 1 = 2$$

$$1 + 1 = 1$$

$$1 + 1 = 0.$$

А вот по отношению к аксиомам физических теорий — это два взаимоисключающих ЗАКОНА ФИЗИКИ:

АРИСТОТЕЛЬ

Для движения тела с постоянной скоростью по прямой необходимо все время прикладывать СИЛУ.

НЬЮТОН

Для движения тела с постоянной скоростью по прямой НЕ НЕОБХОДИМО все время прикладывать СИЛУ.

Этот пример тривиален. Он же встречается в технике постоянного электрического тока:

«Для непрерывного прохождения постоянного тока (обобщенная скорость) необходимо все время прикладывать СИЛУ».

Эта аксиома постоянного тока означает, что теория постоянного тока является частью не-ньютоновской механики, а является частью аристотелевой механики. Движение автомобиля, парохода, самолета возвращает нас к аристотелевой механике.

Большинство физиков не контролирует исходные правильные формулы, как частные случаи МАТЕМАТИЧЕСКОЙ АКСИОМАТИКИ.

Именно поэтому рассмотрение ряда физических явлений, где ЭНТРОПИЯ УМЕНЬШАЕТСЯ, а не растет, никак не могут признать

составной частью ОБЩЕЙ ФИЗИКИ. После Нобелевской премии И.Р. Пригожину положение несколько изменилось.

Пятьдесят лет я искал причину разногласий основных физических школ, наблюдая их дискуссии, доходящих до прямых оскорблений («Ты, Зин, на грубость нарываешься!») — сказал на Всесоюзной конференции один Большой физик — другому Большому физики).

Проблема энтропии и ее обсуждение в Институте философии в феврале 1956 года предопределила нашу дружбу с Ильенковым. Это по его просьбе мной написан для «Философской энциклопедии» в 1962 году в статье «Жизнь» раздел «Проблема жизни и второй закон термодинамики». Именно Ильенков попросил Б.М. Кедрова дать мне слово для выступления на Всесоюзном совещании по философским вопросам естествознания в октябре 1958 г., где я и выдвигал свое определение ПОНЯТИЯ «Жизнь».

В одной из своих работ Ильенков использует цитату из первого издания «Капитала» Маркса на немецком языке. Этот текст Маркса почти неизвестен, но он показывает, что экономисты, не владеющие диалектической логикой, даже не могут поставить ВОПРОСА, от которого зависит развитие экономической теории. Маркс писал:

«Стоит ли удивляться, что экономисты, всецело поглощенные вещественной стороной дела, проглядели формальный состав относительного выражения стоимости, если профессиональные логики до Гегеля упускали из виду даже формальный состав фигур суждения и заключения» (*Das Kapital von Karl Marx. Hamburg, 1867. b. I, s. 21*).

И далее Ильенков пишет: «Логика до Гегеля действительно фиксировали лишь те внешние схемы, в которых логические действия, суждения и заключения выступают В РЕЧИ, т.е. как схемы соединения ТЕРМИНОВ, обозначающих общие представления. Однако логическая форма, выраженная в этих фигурах, — КАТЕГОРИЯ — оставалась вне сферы их исследования, ее понимание просто-напросто заимствовалось из метафизики, онтологии. Так случилось даже с Кантом, несмотря на то, что он все же увидел в КАТЕГОРИЯХ именно ПРИНЦИПЫ СУЖДЕНИЙ («с объективным значением»)). (Ильенков Э.В. Диалектическая логика. — М.: Политиздат, 1984. — С. 119).

В 1956 г. Э.В. Ильенков написал большую работу, которая так и не вышла в свет (недавно она все-таки вышла в свет³¹), будучи

³¹ Речь идет о кн.: Ильенков Э.В. Диалектика абстрактного и конкретного в научно-теоретическом мышлении. — М.: РОССПЭН, 1997 — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

«кастрирована» на шесть печатных листов, вышла под названием: «Метод восхождения от абстрактного к конкретному в «Капитале» К. Маркса» (1960 г.).

Подлинное название работы было другим: «Метод восхождения от абстрактного к конкретному в НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОМ МЫШЛЕНИИ».

Я лично считаю, что проектирование крупных комплексных целевых систем и метод восхождения от абстрактного к конкретному — это два названия одного и того же. Практическая проверка этого утверждения была проведена мной в созданных мною системах управления сперва при разработке «Замкнутой экологической системы лунной станции» (1965 г.), которая (не по моей воле) была затем переориентирована на разработку Наземного экспериментального комплекса (сокращенно «НЭК»).

Фактически это метод РАЗМЫШЛЕНИЯ, которым пользуются научные коллективы в создании сложнейших технических систем. Разработчики пользуются этим методом «стихийно», овладевая, тем не менее, методом восхождения от абстрактного к конкретному. Совершая работу такого конструирования, они порождают «генерацию людей», для которых нет ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ. И если разделение труда является причиной ВОЗНИКНОВЕНИЯ КЛАССОВ (со всеми перипетиями классовой борьбы), то новая генерация людей (из людей этого типа) станет ПЕРВЫМ БЕСКЛАССОВЫМ ОБЩЕСТВОМ.

Программист перестанет быть «профессией», как перестало быть «профессией» умение читать, писать и считать, ибо в ближайшей перспективе все будут «грамотными» программистами.

Каждый из них сегодня способен РАЗРАБОТАТЬ ТЕОРИЮ, сдаваемую в машинную систему, в которой все ПРЕДСКАЗАНИЯ ТЕОРИИ НАХОДЯТСЯ ВО ВЗАИМНО ОДНОЗНАЧНОМ СООТВЕТСТВИИ С ПРИНЯТЫМИ ПРЕДПОСЫЛКАМИ.

Диалектическая логика в этом обществе займет место РАЗРЕШЕНИЯ АЛГОТИРМИЧЕСКИ НЕРАЗРЕШИМЫХ ПРОБЛЕМ — ЭТО ВСЕ ТЕ СЛУЧАИ, КОГДА СЛЕВА ОТ ЗНАКА РАВЕНСТВА СТОИТ ДРУГАЯ ФОРМУЛА, ЧЕМ СПРАВА.

Возможность такого синтеза математической и диалектической логики я обнаружил с помощью работ Габриеля Крона, где этот синтез существует почти в явном виде. Это — «Тензорный анализ сетей» — одна из важнейших из более сотни работ Г. Крона, к которым надо добавить работы японской «Исследовательской Ассоциации Прикладной

Геометрии» (RAAG) и «Тензорного клуба» Великобритании. С другой стороны, имеется не менее значительная группа математиков, пишущих под псевдонимом Н. Бурбаки, работы которых и положены школой С.П. Никанорова в разработку «Автоматизированной системы проектирования Систем Организационного управления» (сокращенно «АСП СОУ»).

Таковы предпосылки этого синтеза, который будет произведен в третьем тысячелетии наукой человечества.

Мой вклад в этот синтез я вижу через изложение ИДЕЙ Г. КРОНА, которого считаю первым диалектиком-конструктором. Некоторые просчеты в его работах, связанных с диалектической логикой, заполнены Э.В. Ильенковым и О.М. Юнем.

Сам Г. Крон был введен в заблуждение топологами, которые утверждали, что используемый Г. Кроном «ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ» якобы «доказан» топологами. Однако в словаре «топологии» нет термина «ФИЗИЧЕСКАЯ МОЩНОСТЬ», а отсутствие этого термина в словаре теории не позволяет делать ни одного высказывания о «физической величине мощности». Топологи утверждали, что при всех преобразованиях Г. Крона «мощность МНОЖЕСТВА» остается инвариантной, что и было воспринято Г. Кроном за «доказательство» используемого им ПРИНЦИПА.

Итак, названные мною мои друзья — С.П. Никаноров и Э.В. Ильенков — открыли для меня возможность СИНТЕЗА научной культуры человечества, обеспечивающего создание ПОКОЛЕНИЯ ТВОРЦОВ-КОНСТРУКТОРОВ.

Завершая этот очерк о моих друзьях, я хотел бы напомнить слова Гегеля из его «Феноменологии духа»:

«Если в наше время общая пронизательность, вообще говоря, более развита, если ее любопытство более чутко, а ее суждение определено быстрее, — так что «уже входят в двери те, кто тебя вынесут», — то от этого часто надо отличить более медленное влияние, которое дает надлежащее направление как вниманию, навязанному импонирующими заявлениями, так и презрительному порицанию, — и только спустя некоторое время одним дает современников (*eine Mitwelt*), а у других после этого не оказывается потомства (*keine Nachwelt*)» (Гегель «Феноменология духа»).

Кузнецов П.Г.

**Философия и математика: конец противостояния
(На пороге третьего тысячелетия)³²**

Авторская судьба, неразрывно связанная с ящиками (со сменой «тюремно-лагерных» на «почтовые»), устранила тлетворное влияние различных «школ», которые мне представляются чем-то похожим на «конфессиональную привязанность».

Отсутствие принадлежности к той или иной школе как в математике, так и в философии (что не мешало мне дружить как с выдающимися математиками, так и философами нашей страны), обогатило меня ЛИЧНЫМ ОБЩЕНИЕМ, которого так не достаёт нашим монографиям. Выдающиеся ученые весьма редко «открывают свою душу», а опубликованные тексты не содержат боли души и сомнений. Эти личные беседы и есть то, что я должен передать, будущим поколениям, «светлой судьбы» которых я не могу гарантировать. Перед нашими потомками возникнет колоссальное количество НАУЧНЫХ ПРОБЛЕМ, требующих для своего разрешения И МАТЕМАТИЧЕСКОГО, И ФИЛОСОФСКОГО ВООРУЖЕНИЯ.

Как нет научного будущего без математики, так нет научного будущего и без философии. Трагедия современной науки состоит в том, что требуется ДВОЙКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ АВТОРА, как в математике, так и в философии.

Нельзя получать философские знания из «вторых, а то и третьих рук», как это сделано группой Н. Бурбаки.

Нельзя получать математические знания от человека, который ничего не сделал в математике.

Кто знаком с жизнью «ящиков», тот знает, как мало из того, что там делалось, достигает уровня «открытой публикации». Я знаю, что не только у нас, но и в других странах, ученому приходится подписывать справку, что «в публикации нет ничего нового, что может составить «государственную» тайну». Перед лицом проблем, которые возникнут перед нашими потомками, проблем, охватывающих судьбы планеты и Человечества, не может быть «государственных» тайн.

Я не могу отказать себе в удовольствии привести слова Г. Вейля, сказанные им более шестидесяти лет тому назад:

³² Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному январем 1995 – декабрем 1998 гг. Публикуется впервые.

«Вряд ли кто-нибудь из нас сочтет удовлетворительным такой способ передачи математической истины, при котором она предстает в виде сложной цепочки формальных умозаключений и вычислений, когда мы вынуждены, так сказать, вслепую, наощупь переходить от одного звена к другому. Мы хотели бы заранее видеть конечную цель и ведущий к ней путь, хотели бы понять внутреннее основание, определяющее ход мыслей, идею доказательства, более глубокие взаимосвязи».

Вряд ли кто-нибудь сочтет удовлетворительным подобный способ передачи философской истины, если мы не видим конечную цель и путь, который ведет к ее достижению. Внутри математики наметился РАСКОЛ, который мало заметен. Подобную эпоху пережила и история философии, но около века тому назад. Наметившееся противоречие — есть противоречие между двумя мирами: миром ТЕЛ и миром ДВИЖЕНИЙ.

Для первого мира понятие «СЛЕДОВАТЬ» означает быть разными проявлениями «ОДНОГО И ТОГО ЖЕ». Для второго мира понятие «СЛЕДОВАТЬ» означает следование «ОДНОГО НЕПОСРЕДСТВЕННО ВСЛЕД ЗА ДРУГИМ».

Эти два вида «следования» одинаково ЛОГИЧНЫ, но базируются на двух различных ОСНОВАНИЯХ. Я не знаю ни одного математика, который бы обнаружил этот раскол с большей ясностью, чем Герман Вейль. Именно он нашел Фихте, как звено перехода от логики Канта к логике Гегеля.

Я беру на вооружение эти замечательные слова, рассматривая Германа Вейля в качестве участника моего диалога с ним, поскольку я не знаю другого столь выдающегося математика-философа, черпавшего свои философские знания не из вторых и третьих рук, а из первоисточников, где фигурирует и подлинный основоположник современной науки — Николай Кузанский.

Именно Кузанскому принадлежит мысль о связи УМА и ИЗМЕРЕНИЯ. Именно Кузанский является подлинным предтечей всей ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ, без которой не могла бы родиться и современная математическая физика. Если у нас еще может быть известна латинская поговорка: “Corpora sana — mens sana” («В здоровом теле — здоровый ДУХ»), где “mens” переводится как «ДУХ», то далеко не всем известно, что Кузанский считал “mens” производным от “mensurare”, то есть производным от «ИЗМЕРЕНИЯ». В этом смысле «УМНЫЙ» — это Человек «ИЗМЕРЯЮЩИЙ». Такое «обожествление» измерительных процедур в наблюдении ПРИРОДЫ, рассматриваемой как продукт

ТВОРЕНИЯ, есть единственный путь к постижению ЗАМЫСЛА ТВОРЦА, есть единственный путь к постижению АКТА ТВОРЧЕСТВА.

Мне трудно отказаться от желания процитировать Кузанского именно по этому вопросу, ибо мы говорим о ТВОРЧЕСТВЕ, как В НАУКЕ, так и в ТВОРЕНИЯХ РУК ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ. Искусство инженерного творчества предстает перед нашими глазами в первую очередь, как ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО, которое достигло апогея в понятии СИНТЕЗА СЕТЕЙ в работах Габриеля Крона.

Вернемся к Николаю Кузанскому. Вот пример — Диалог ПРОСТЕЦА (Кузанского), занятого изготовлением ложки, с ФИЛОСОФОМ:

«ПРОСТЕЦ. Итак, я приведу символические примеры из ремесла ложечника, чтобы то, что я хочу сказать, легче воспринималось.

ФИЛОСОФ. Пожалуйста, так и сделай! Я вижу ты держишь путь туда, куда я стремлюсь.

ПРОСТЕЦ (взявши ложку в руки). Ложка не имеет другого первообраза (exemplar), кроме идеи нашего ума. Ведь если скульптор или живописец еще берет в качестве образца те или иные вещи, которые он старается воспроизвести, этого не делаю я, изготавливающий из дерева ложки и чашки, а из глины горшки.

Такие ложечные, чашечные и горшочные формы создаются только человеческим искусством. Поэтому мое искусство является скорее искусством созидательным (perfectoria), чем воспроизводящим образы уже сотворенные, и в этом оно более похоже на искусство бесконечное» (Н. Кузанский. Соч. Мысль, М., 1979. Т. 1. стр. 391).

В нашей стране подобный результат анализа потребностей привел О.М. Юня к выводу, что ПЕРВОЙ Человеческой ПОТРЕБНОСТЬЮ, отличающей Человека от животных, является ПОТРЕБНОСТЬ в СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОРУДИЙ. Пред-найденными орудиями (палкой, камнем и т.д.) широко пользуются и животные, но чем Человек и отличается от животных, так это тем, что вся его ИСТОРИЯ и есть ИСТОРИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРУДИЙ.

Но всякое усовершенствование и всякое открытие — есть АКТ ТВОРЧЕСТВА, который и образует такое ПОНЯТИЕ, как ТРУД. Но труд как ТВОРЧЕСТВО — это ВСЕОБЩИЙ ТРУД, т.е. ТРУД как «ПОНЯТИЕ», а не как слово, произведенное от термина ТРУДНОСТЬ.

Математическое творчество — есть частный случай, где весьма ярко выражается Личность, как Творец. Результатом подобного Творения является нечто, называемое «ТЕОРИЯ»! Необходимым признаком

НОВИЗНЫ теории (а не изменения СЛОВ), является ОТРИЦАНИЕ чего-то, что казалось «истинным». Однако это ОТРИЦАНИЕ сохраняет старую теорию, ПОРОЖДАЕТ новую теорию, и обе теории предъявляют как их ВЫСШИЙ АПРИОРНЫЙ СИНТЕЗ. В этом смысле диалектическая логика знает лишь один вид «ОТРИЦАНИЯ» — отрицания одной аксиомы математической теории, если теория не рассмотрела отрицания этой же аксиомы. Примером диалектики математики были Лобачевский и Бойяи или основания геометрии Гильберта, где каждой аксиоме Дезарга, Архимеда, Паскаля — были сопоставлены недезарговы, неархимедовы, непаскалевы геометрии.

Хотя мое изложение будет сосредоточено вокруг трех фундаментальных проблем, решение которых достигнуто на пороге третьего тысячелетия, называя их, я буду вести диалог с Г. Вейлем. Вот эти проблемы:

1. Почему Человечество, с необходимостью присущей случаю, должно было «породить» МАТЕМАТИКУ?
2. Как устроена ЛЮБАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ?
3. В чем состоит отличие «ЗНАНИЯ» математики от «УМЕНИЯ» применять математику в решении НАУЧНЫХ ПРОБЛЕМ?

Диалог с Германом Вейлем

Необходимость «порождения» математики

Проблема соотношения между человеческой СВОБОДОЙ и НЕОБХОДИМОСТЬЮ природы (последнее можно трактовать, как божественное предопределение) не могла стоять перед нашими далекими предками, которые выделились из животного мира лишь вследствие АКТОВ ТВОРЧЕСТВА. Творчество сопровождает всю историю, но начинается с орудийной практики: только человек не только ПОЛЬЗУЕТСЯ (в чем он подобен животным, также пользующимися простейшими орудиями — палкой, камнем и т.п.), но и ТВОРИТ, СОВЕРШЕНСТВУЯ СВОИ ОРУДИЯ. Именно ДЕЛО совершенствования орудий и явилось причиной возникновения СЛОВА и, связанного со СЛОВОМ, мира ОБРАЗОВ в сознании индивидуума. Именно эти ОБРАЗЫ в сознании индивидуума и делают человеческую речь ОСМЫСЛЕННОЙ. Именно в ОБРАЗАХ и сосредоточен СМЫСЛ. Речь на незнакомом языке, которая никак не связана с этим миром образов и не воспринимается нами как ОСМЫСЛЕННАЯ. Но в математике мир образов связан с геометрией. Именно поэтому я считаю, что ПЕРВЫМ в математике было ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ, которое, с введением метода координат, могло отождествляться с АЛГЕБРОЙ

(дискретная координатная сетка) или ТОПОЛОГИЕЙ и АНАЛИЗОМ (непрерывные оси координат).

Я рассматриваю ВСЮ МАТЕМАТИКУ, как одно из орудий, созданных человечеством в процессе своего исторического развития. Математический «символизм», рассматриваемый как орудие, является ИНСТРУМЕНТОМ ПОСТИЖЕНИЯ ИСТИНЫ.

Я полагаю, что предложенный Вейлем «геометрический» аналог процессу познания и осмысливания окружающего мира, НЕОБХОДИМ для борьбы с многоязычием математики. Он также НЕОБХОДИМ для выяснения понятия МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИСТИНЫ.

Итак, предоставим слово Г. Вейлю:

«Мне кажется, что одна аналогия, заимствованная из геометрии, помогает уяснить проблему, которую пытались одолеть Фихте и Гуссерль: как перебросить мост, который связал бы имманентное сознание, которое по выражению Хайдеггера, есть всякий-раз-мое, с тем конкретным человеком, которым я являюсь, который рожден матерью и который умрет.

Я проведу параллель между объектами, субъектами (или множественным Я) и явлением некоторого объекта некоторому субъекту, с одной стороны, и точками, системами координат и координатами некоторой точки относительно систем координат, с другой стороны.

В системе координат S , состоящей из трех не лежащих на одной прямой точек плоскости, каждой точке p этой плоскости соответствуют три числа x_1, x_2, x_3 , сумма которых равна 1 (барицентрические координаты точки p).

Объекты (точки) и субъекты (системы координат — тройки чисел) принадлежат одной сфере *реальности*, а явления — другой, царству чисел.

Наивный реализм (или догматизм, как называл эту философскую точку зрения Фихте) считает точки чем-то существующим само по себе. Но возможно и алгебраическое построение геометрии, при котором используются только числа-явления (переживания некоторого чистого сознания).

Точка, как ее в данном случае определяют, есть не что иное, как тройка чисел x , сумма которых равна 1; система координат состоит из трех таких троек; алгебраически определяется, каким образом такая точка p и такая система координат S задают три числа x — координаты точки p относительно S . Тройка чисел x совпадает с тройкой чисел x , задающей точку p , если система координат S *абсолютна*, т.е. состоит из трех троек $(1,0,0), (0,1,0), (0,0,1)$.

Стало быть, это соответствует абсолютному Я, для которого ВЕЩЬ и ЯВЛЕНИЕ — совпадают. Здесь мы совершенно не выходим из сферы чисел, или — по аналогии — имманентного сознания.

Равноправия всех Я, требуемого во имя объективности, можно теперь добиться, если объявить, что нас интересует НЕИЗМЕННОЕ при переходе от абсолютной к любой другой системе координат или, что то же, ТО, ЧТО ИНВАРИАНТНО ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОИЗВОЛЬНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ТРЕХ КООРДИНАТ (*похабный перевод, но я его исправил, не имея английского оригинала, по СМЫСЛУ, ибо речь идет об АБСОЛЮТНОМ ИНВАРИАНТЕ! — П.К.*).

Проведенная мной аналогия позволяет понять, каким образом при объективной установке, т.е. с точки зрения ИНВАРИАНТНОСТИ одно смыслопорождающее Я может появиться в качестве отдельного объекта — одного из многих одинаковых. (Между прочим, некоторые из тезисов Гуссерля, если применить их к этой аналогии, становятся заведомо ложными, что, как мне кажется, заставляет серьезно в них сомневаться).

Однако признание мною другого Я, т.е. Ты, требует от меня не только подчинения моего мышления неким абстрактным нормам ИНВАРИАНТНОСТИ или ОБЪЕКТИВНОСТИ, но и того, чтобы это подчинение было АБСОЛЮТНЫМ.

ТЫ ДЛЯ СЕБЯ есть повторение того, чем Я являюсь для себя, т.е. *НЕ ПРОСТО СУЩЕСТВУЮЩИЙ*, но и *СОЗНАЮЩИЙ* носитель мира явлений.

Этот шаг в нашей геометрической аналогии мы можем совершить лишь тогда, когда от числовой модели геометрии точек перейдем к ее аксиоматическому описанию.

При таком (аксиоматическом) подходе точки не рассматриваются как наличные реальности и не отождествляются с тройками чисел в заранее выделенной АБСОЛЮТНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ.

Вместо этого точка и основные геометрические соотношения, посредством которых точка p и система координат — тройка чисел S определяют тройку чисел x , вводятся как основные, неопределяемые понятия, удовлетворяющие определенным аксиомам.

И оказывается, что помимо наивного реализма и идеализма возможна ТРЕТЬЯ ТОЧКА ЗРЕНИЯ — ТРАНСЦЕНДЕНТАЛИЗМ; полагая трансцендентное бытие, трансцендентализм довольствуется его отображением в символах; трансцендентализму соответствует аксиоматическое построение геометрии.

Я не утверждаю, будто загадка Я тем самым раскрыта» («Математическое мышление», Наука, 1989, с. 51-53).

Учитывая, что Вейль не философ-профессионал, я переведу указанный им конфликт между Гуссерлем и Фихте на язык философов. Гуссерль представляет собою развитую форму «ЭМПИРИЗМА», в то время как Фихте — некоторую форму «РАЦИОНАЛИЗМА».

Эмпирическое познание не способно установить СВЯЗЬ между ПРИЧИНОЙ и СЛЕДСТВИЕМ. Оно может отметить, что нечто ПОСЛЕ, но не может сказать: «СЛЕДУЕТ».

Рациональное познание устанавливает эту СВЯЗЬ, но не может установить ПРОИСХОЖДЕНИЕ этой возможности.

Известно только ОДНО БЕЗУСЛОВНОЕ СЛЕДОВАНИЕ: следование друг за другом чисел натурального ряда и аналог этого следования в машинной математике в форме «безусловного» перехода.

Возвращаясь к геометрической аналогии Вейля, с самой широкой точки зрения можно отождествить:

- СУЩНОСТЬ = ОБЪЕКТИВНУЮ РЕАЛЬНОСТЬ = ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЙ МИР с ИНВАРИАНТОМ;
- ВИДИМОСТЬ = ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ = СИСТЕМА КООРДИНАТ;
- ЯВЛЕНИЕ = СИСТЕМА ЧИСЕЛ, характеризующих КООРДИНАТЫ ТОЧКИ;
- СВЯЗЬ = ПРАВИЛО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ.

Однако, даже принимая эту аналогию, мы должны считать «индивидуальным восприятием» не мнение обывателя, а НАУЧНОЕ ПОЗНАЮЩЕЕ МЫШЛЕНИЕ.

Эта «НАУЧНОСТЬ» предполагается как философией, так и математикой. Вейль выделяет это положение, цитируя Фихте:

«Относительно Я у Фихте говорится следующее: «Я требует, чтобы в нем содержалась вся реальность, и оно заполняло собой бесконечность. В основе этого требования с необходимостью лежит идея БЕСКОНЕЧНОГО, только само себя полагающего бесконечного Я; это абсолютное Я (которое не есть Я, данное в действительном сознании). Однако Я должно рефлексировать себя; это также входит в понятие Я».

Отсюда, из одного только Я, которое становится здесь *практическим*, возникает, по Фихте, ряд, состоящий из того, что *должно* быть, — ряд *идеального*. Ограничение этого бесконечного стремления

противоположным принципом, не-Я, приводит к ряду *действительного*; здесь Я становится познающим интеллектом. Но об этой противоположной силе не-Я говорится, что конечное существо не познает ее, а лишь воспринимает своими чувствами. «Все возможные определения этой силы не-Я, которые до бесконечности могут возникать в нашем сознании, наукоучение берется вывести из этой определяющей способности Я».

Мы назвали ЧЕТЫРЕ философских понятия, которые и должны рассмотреть как ФУНДАМЕНТ очень многих конструкций.

Итак:

- ОБЪЕКТ = СУЩНОСТЬ = ОБЪЕКТИВНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ = «ПРЕДМЕТ» = ИНВАРИАНТ.
- СУБЪЕКТ = СИСТЕМА КООРДИНАТ.
- ЯВЛЕНИЕ = КООРДИНАТЫ.
- СВЯЗЬ = ПРАВИЛО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ = ФУНКЦИЯ.

С другой стороны, мы прекрасно понимаем, что здесь представлена математическая школа, которую я связываю с О. Вебленом. Эта школа ПРОТИВОПОСТАВЛЯЕТ, как РАЗЛИЧНЫЕ (еще не решаясь назвать их ПРОТИВОПОЛОЖНЫМИ) две точки зрения на математические ПРЕОБРАЗОВАНИЯ: ТОЧЕЧНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЕСТЬ (НЕ-ЕСТЬ) ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ.

Я полагаю, что следует рассмотреть ДВЕ позиции:

- 1) ТОЧЕЧНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЕСТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ.
- 2) ТОЧЕЧНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НЕ-ЕСТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ.

Здесь мы встречаем антиномию не Бурали-Форти или Ришара, а классику антиномий Канта. Если следовать строго формальной логике (она же и математическая), то очевидно, что из ДВУХ утверждений, только ОДНО может быть ИСТИННЫМ, так как мы формально не можем допустить ОДНОВРЕМЕННО истинности утверждения и его отрицания. Однако, это и есть ДИАЛЕКТИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ.

Я не могу отказать себе в удовольствии привести точку зрения Освальда Веблена, которого считаю не только выдающимся математиком, но и выдающейся Личностью, создавшей Принстонский институт высших исследований и бывшим его бессменным директором. Именно он обеспечил ОБЩЕНИЕ цвета мировой науки в стенах этого института.

Итак, мы цитируем О. Веблена:
«ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ.

Система n уравнений

$$x_i^* = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.1)$$

относительно переменных x_1, x_2, \dots, x_n , где f_i — однозначные функции от x_i , определенные для всех точек x нашего n -мерного пространства, которая может быть решена так, что в полученной системе равенств

$$x_i = g_i(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \quad (2.2)$$

функции g являются однозначными для всех значений x^* , определяемых соотношениями (2.1) и (1.1), задает СВЯЗЬ между координатами x и системами чисел x^* .

Если мы будем рассматривать каждую новую систему чисел x^* как новые координаты точки, имеющей координаты x , мы получим новую систему координат (т.е. новый способ соответствия между числами и точками). С этой точки зрения формулы (2.1) определяют ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ.

Можно также считать, что уравнения (2.1) определяют *ТОЧЕЧНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ* нашего n -мерного пространства. Действительно, x и x^* могут быть рассматриваемы как координаты различных точек *в ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ системе координат*, и формулы (2.1) определяют *ЗАКОН*, по которому каждой точке x может быть поставлена в соответствие другая точка x^* .

Однако в настоящем изложении мы будем рассматривать формулы (2.1) как преобразования координат; таким образом x и x^* представляют собой координаты *ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ ТОЧКИ*; уравнения же (2.1) играют роль своеобразного словаря, дающего возможность переходить от наименования точки, определенного в первой координатной системе, к наименованию ее во второй системе» (О. Веблен «Инварианты дифференциальных квадратичных форм». ИЛ. М., 1948. стр. 25).

Хотя и имеется некоторое различие между Вебленом и Вейлем, тем не менее, и тот и другой считают «*ТОЧКУ*» — ИНВАРИАНТНЫМ ОБЪЕКТОМ. Это отличает их позицию от позиции Софуса Ли, который считал, что точка не имеет инварианта, две точки имеют инвариант — расстояние между ними, а случай трех и более точек — сводится к случаю два (или двух точек). Эта позиция Софуса Ли воспринята многими математиками и оказывает до сих пор свое влияние во многих разделах математики.

Наш выбор позиции Вейля и Веблена предопределен тем, что с этой точки зрения такое весьма важное понятие конструктивной

(машинной) математики, как *АЛГОРИТМ*, получает определение, уходящее от «естественного языка» Черча. Смесь «естественного» и «математических» языков ничем не отличается от прославленной смеси «французского с нижегородским».

Итак, наш первый предъявляемый результат состоит в **КОРРЕКТНОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ** термина *АЛГОРИТМ*:

Общая совокупность понятий, в которых место термина «алгоритм» определено в СИСТЕМЕ, состоит из

- 1) Инвариантного объекта (в данном случае «точка»);
- 2) Первой системы координат и имени «точки» в этой системе;
- 3) Второй системы координат и имени **ТОЙ ЖЕ САМОЙ** «точки» во второй системе.
- 4) **ПРАВИЛА**, позволяющего по координатам точки в первой системе координат найти ее «имя» во второй системе координат — *алгоритм*.

Связь с геометрией состоит в возможности «показать пальцем», чего нельзя сделать **ТОЛЬКО ТЕКСТОМ**.

Автор осведомлен, что индийское «доказательство» величины площади круга, с фигурой, показывающей пальцем и говорящей «СМОТРИ!» — исключено из способов доказательства. Тем не менее, философское образование автора **ОБЯЗЫВАЕТ** его вернуться к отвергнутому способу, но на другом уровне.

Я беру чистый лист бумаги и ставлю на нем **ТОЧКУ!**

Я говорю: «Смотри!» — Видишь **ЭТУ** точку? Поскольку геометрическая точка не имеет размеров, то предъявленная точка так и должна восприниматься.

Затем я беру **ДВА ЛИСТА** или кальки, или полимерной прозрачной пленки и изображаю на них **ДВЕ КООРДИНАТНЫЕ СЕТКИ**.

Беря «первую» пленку и накладывая ее на чистый лист бумаги (с изображенной на ней точкой), я снова говорю: «Смотри!» — но теперь мой собеседник видит, что точка находится на пересечении двух координатных линий, т.е. точка получила **ИМЯ**, как численное значение координат в первой координатной системе.

Это **ИМЯ** я могу обозначить через $A(x_1, x_2)$.

Теперь я беру «вторую» пленку и снова накладываю ее на лист с первой пленкой. Но второй пленке пересечение двух координатных линий «определяет» другое **ИМЯ** **ТОЙ ЖЕ САМОЙ ТОЧКИ**. Это второе **ИМЯ** я могу обозначить через $B(x_1^*, x_2^*)$.

Вот теперь наступает решающий момент для получения корректного определения того, что легкомысленно называется «булевой переменной»: «Действительно ли координаты $A(x_1, x_2)$ в первой системе координат и координаты $B(x_1^*, x_2^*)$ во второй системе координат принадлежат ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ ТОЧКЕ?». Здесь я согласен с принципом ИСКЛЮЧЕННОГО ТРЕТЬЕГО.

Естественно, что в данной ситуации НЕТ ТРЕТЬЕГО: либо ДА, либо НЕТ.

В приведенном выше «визуализированном» примере мною решался вопрос о «словах» математических определений. Разве можно ПОНЯТЬ, что такое ПОРЯДОК, в математическом определении этого термина, если я НЕ ЗНАЮ в каком «порядке» следует читать буквы и слова этого математического «ОПРЕДЕЛЕНИЯ»? Порочный круг себя обнаружит еще во многих местах «строго математического доказательства». Да, я последователь интуиционизма, но и его противник, так как интуиционистами не был показан КОНСТРУКТИВНЫЙ ВЫВОД из критики математических предложений.

Наш первый конструктивный результат состоит в уточнении ПОНЯТИЙ как булевой переменной, так и термина «алгоритм».

Теперь я покажу, сколь важен этот вывод. Мои друзья, занимающиеся разработкой вычислительной техники высокой производительности и, одновременно, машинными языками «высокого уровня» — обратили мое внимание, что при быстрой работе машин 10^{12} - 10^{15} операций в секунду уже невозможно обеспечить их работу даже на языках высокого уровня. Нужен, говорили они, язык сверхвысокого уровня, обозначенный ими как *ЯЗЫК АЛГОРИТМОВ*.

Поскольку мы уточнили понятие «алгоритм», то надо извлечь из полученного результата «конструктивный навар». Я его вижу в наличии СТАНДАРТА или ТЕХНИЧЕСКОГО УСЛОВИЯ на все ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ.

Учитывая, что машины не выходят в своих действиях за рамки АРИФМЕТИКИ, а символическая запись задач ограничена рамками АЛГЕБРЫ, то можно создать УНИФИЦИРОВАННЫЙ СЛОВАРЬ, который именуется ВСЕ ВОЗМОЖНЫЕ СИСТЕМЫ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ.

Обратим внимание на использование чисел НАТУРАЛЬНОГО РЯДА, которые образуют трехмерный блок, состоящий из строк, столбцов и слов:

- 1) Номер строки (число натурального ряда от 1 до N) — высшая степень полинома;
- 2) Номер столбца (число натурального ряда от 1 до N) — число таких уравнений в системе;
- 3) Номер слоя (число натурального ряда от 2 до N) — поле характеристики, из которого берутся коэффициенты уравнений. При поле характеристики 2 — мы имеем дело с полиномами Жегалкина, используемыми в информационных системах.
(Здесь хорошо бы нарисовать таблицу! — П.К.)

Нетрудно видеть, что все возможные системы алгебраических уравнений получили ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ИМЕНА. Указание ИМЕНИ системы алгебраических уравнений, при наличии АЛГОРИТМА для решения ЛЮБОЙ СИСТЕМЫ, дает возможность лучше использовать будущие машины высокой производительности.

Метод решения таких систем уравнений с использованием спинорной линеаризации был опубликован автором в ДАН СССР в 1985 году.

Продолжим воздавать хвалу ПРЕОБРАЗОВАНИЯМ КООРДИНАТ.

Нельзя ли ВСЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ привести к этому СТАНДАРТУ? Полагаю, что это является актуальнейшей проблемой по отношению к математическому будущему человечества.

Очевидно, что желательны ВСЕ РАЗДЕЛЫ МАТЕМАТИКИ, следуя пути, указанному группой Н. Бурбаки, привести к унифицированному АЛГЕБРАИЧЕСКОМУ (а не теоретико-множественному) ЯЗЫКУ. Однако нет возможности работать только с классическими математическими работами, так как часть весьма важных математических результатов сосредоточена в технической и физической литературе. Их трудно обнаружить потому, что их авторы пользовались не математическим языком, а языком технических и физических ПРИЛОЖЕНИЙ.

Изучение этой проблемы показало, что существуют и такие «физики-теоретики», которые имеют слабое представление об устройстве математических теорий, полностью перенося выводы аксиоматики математических оснований на реальный мир. Для математической теории нет и не может быть ГРАНИЦ применимости: в математической теории ВСЕГДА получаемые выводы находятся в соответствии с принятыми ПРЕД-посылками. Это соответствие СЛЕДСТВИЙ принятым ПРЕД-посылкам называется ИСТИННОСТЬЮ математической теории. В этом смысле математик может заменять некоторые предпосылки на то, что

раньше называлось следствием, но при этом сама математическая теория не теряет своей истинности. Такую переработку некоторых математических теорий совершила группа, публиковавшая свои материалы под псевдонимом Н. Бурбаки. Многотомное издание современной математики группой Н. Бурбаки имело своим основанием своеобразный «стандарт» или «технические условия», которым должна удовлетворять любая МАТЕМАТИЧЕСКАЯ теория. Этот же «стандарт» — применяется и при переходе от одной теории к другой теории.

Заметим, что «стандарт», определенный для устройства математических теорий, данный Бурбаки, является НЕОБХОДИМЫМ для передачи формальной теории в вычислительную машину.

Интерпретация математической теории ВСЕГДА имеет границы применимости, ибо однозначное соответствие получаемых СЛЕДСТВИЙ принятым АКСИОМАМ (другое название ПРЕД-посылок) соответствует ЛИНЕЙНОМУ МИРУ, а физическая реальность поражает нас своей существенной НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ. Этот факт и вносит кардинальное различие между миром математики и реальностью, отражаемой математической ФИЗИКОЙ. Мы нуждаемся в таком МАТЕМАТИЧЕСКОМ определении НЕЛИНЕЙНОСТИ, которое, будучи перенесенным в прикладную область, позволяло ИЗМЕНЯТЬ АКСИОМЫ (ПРЕД-посылки), сохраняя старую теорию в тех границах, где она соответствует наблюдаемым фактам. Простейшим примером такого рода, о котором известно всем, является создание НЕЕВКЛИДОВОЙ геометрии Н.И. Лобачевским и Я. Бойяи. Такое изменение АКСИОМ сохраняет старую теорию и, в то же время, позволяет существовать НОВОЙ теории.

Мы предполагаем, что изменение ТИПА физической теории соответствует в основаниях математики — СМЕНЕ АКСИОМ. Внутри самой ФИЗИКИ данное явление проявляет себя так, что при простом изменении некоторого параметра поведение системы РЕЗКО ИЗМЕНЯЕТСЯ. Предсказания старой теории в этой области перестают соответствовать экспериментальным данным, наблюдаемым в этой области. Такое изменение поведения системы при изменении некоторого параметра можно называть «бифуркацией», можно описывать подобные изменения особой теорией («теория катастроф»), но существо дела этим не объясняется.

Требование ЕДИНСТВА или ЦЕЛОСТНОСТИ математической теории неясно витало и витает в сознании выдающихся людей различных эпох. Уже в своеобразном «манифесте» группы Н. Бурбаки мы встречаем крушение замысла унификации всей математики у пифагорейцев — «все

вещи суть числа», но открытие иррациональности — отвергло эту попытку унификации. Хотя и принято считать, что унификации математики посвящено многотомное издание Н. Бурбаки, мы хотели бы выделить Эрлангенскую программу Ф. Клейна в качестве первой современной попытки унификации ВСЕЙ МАТЕМАТИКИ (1872 г.).

Догадка, которой руководствовался Ф. Клейн, состояла в том, что ВСЯ математика может быть представлена как «спецификация» разновидностей ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ. Он писал:

«Между приобретениями, сделанными в области геометрии за последние пятьдесят лет, развитие *проективной геометрии* занимает первое место. Если в начале казалось, что для нее недоступно изучение так называемых метрических свойств, так как они не остаются без изменения при проектировании, то в новейшее время научились представлять и их с проективной точки зрения, так что теперь проективный метод охватывает всю геометрию». («Об основаниях геометрии», ГИТТЛ, М., 1956. стр. 399). Ф. Клейн считал, что ему удалось специфицировать типы геометрий с помощью ГРУПП ПРЕОБРАЗОВАНИЙ КООРДИНАТ.

Не очень бросается в глаза, что метрика, доступная проективной геометрии — это метрика, которая позволяет разделить на две равные части отрезок или увеличить отрезок в два раза. Таким образом, эта метрическая шкала состоит из чисел, которые кратны 2^n или 2^{-n} . Само собою разумеется, что это дискретная шкала, которая (в прикладных теориях, использующих вычислительные машины) вполне достаточна для всех технических приложений.

Другой подход к единству ВСЕЙ ГЕОМЕТРИИ был продемонстрирован Д. Гильбертом в его работах по основаниям геометрии. Гильберт положил в основу различия геометрий — различие в использовании АКСИОМ. Рассматривая каждую аксиому и ее отрицание, Гильберт предъявил не только неевклидовы геометрии, но и недзарговы, неархимедовы, непаскалевы и др. геометрии. У Гильберта было введено 16 аксиом. Если считать, что все приведенные им аксиомы НЕЗАВИСИМЫ, то мы должны обозреть и «узнавать в лицо» — 2^{16} геометрий, каждая из которых может быть выделена последовательностью из нулей и единиц (в зависимости от принятия данной аксиомы — 1, а если данная аксиома отрицается, то 0) — 65 536 различных геометрий. При интерпретации каждой в той или иной предметной области — мы можем получить такое количество качественно различных физических теорий.

Третий подход к единству ВСЕЙ ГЕОМЕТРИИ идет от О. Веблена. Не задерживаясь на антагонизме геометрий Клейна и Римана, блестяще разобранных Э. Картаном в его работе «Теория групп и геометрия» (1927 г.), существование римановых геометрий, которые лежат за рамками Эрлангенской программы Ф. Клейна, привело О. Веблена и Дж. Уайтхеда к работе «Основания дифференциальной геометрии». Там О. Веблен упоминает о своем докладе на международном математическом конгрессе в Болонье. О. Веблен ожидал синтеза всех геометрий, как «...теорию пространств с инвариантом». Мне кажется, что О. Веблен и использовавший его работы Г. Крон, сделали шаг в правильном направлении.

Здесь мы встречаемся с понятием «РАЗМЕРНОСТЬ», которое будет иметь весьма важное значение в нашем последующем изложении. Развитием этого направления служит четырехтомное издание работ японской ассоциации прикладной геометрии (RAAG), изданных в 1955-1968 гг.

Хотя японская ассоциация пользовалась работой Г. Крона «Нериманова динамика вращающихся электрических машин» (1934 г.), только в Японии мы находим развитие идей Г. Крона. Я (являясь редактором книги Г. Крона «Тензорный анализ сетей», Сов. Радио. М., 1978) не могу отказать себе в удовольствии процитировать его предисловие 1939 г. Многие ли математики в то время были знакомы с возможными обобщениями N -мерных пространств, о которых пишет Г. Крон:

«... N -мерные пространства можно обобщать до бесконечномерных пространств. Кроме того, вместо использования только четырех-, пяти- и вообще целочисленно-размерных пространств можно использовать $2/3$ -, $4,375$ - или π -мерные пространства, включающие все типы сложных структур. Эти пространства используются в исследовании более фундаментальных электродинамических явлений». (стр. 12). Исследование фракталов стало модным лишь в последнее время, а что касается π -мерных пространств, то здесь мы имеем дело лишь с небольшим числом пионерских работ.

«Стандарт» математической теории по Бурбаки

Теперь мы можем обратиться и к тому «стандарту», который предложен группой Н. Бурбаки. Первая глава книги «Теория множеств» носит название «Описание формальной математики». Здесь не место для изложения, которое удовлетворяет строгости, с которой она изложена авторами Трактата. Ее суть можно представить следующим образом.

Всякая математическая теория состоит из:

- 1) языка формальной теории;
- 2) аксиом;
- 3) правил вывода.

Наличие указанных трех составных частей характеризует ЛЮБУЮ МАТЕМАТИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ.

Указанные составные части сами имеют некоторое членение.

Рассмотрим первую составную часть Теории — ЯЗЫК. Последний сам состоит из трех составных частей:

1.1) АЛФАВИТ — это буквы и знаки, которые будут использоваться для написания текста данной теории. Мы, с учетом дальнейших применений, будем рассматривать БУКВЫ отдельно от ЗНАКОВ. Это различие не очень существенно для математики, но полезно для будущих приложений.

1.2) СЛОВАРЬ — это или БУКВА, или последовательность БУКВ, с помощью которых мы будем писать ИМЕНА ОБЪЕКТОВ, которые будут рассматриваться в данной теории. Обратим внимание читателя, что после введения СЛОВАРЯ — ВСЕ ВЫСКАЗЫВАНИЯ или УТВЕРЖДЕНИЯ данной теории можно формировать ТОЛЬКО из данного словаря. Другое название ИМЕН ОБЪЕКТОВ — ТЕРМЫ или ТЕРМИНЫ. Мы видим, что в разных предметных областях используются разные термины, что и должно давать РАЗЛИЧИЕ в словарях различных теорий.

1.3) (...) Нет названия всей области, но здесь мы имеем дело с соединением ТЕРМОВ со ЗНАКАМИ. Такое соединение дает ФОРМУЛЫ и СООТНОШЕНИЯ, которые понимаются как ВЫСКАЗЫВАНИЯ или УТВЕРЖДЕНИЯ, соответствующие данной предметной области.

Мы предлагаем всю совокупность ФОРМУЛ или СООТНОШЕНИЙ, которую можно образовать из данного СЛОВАРЯ и данной совокупности ЗНАКОВ — называть ФОРМУЛИЗМОМ. Было бы естественнее назвать все возможные высказывания конкретного математического языка — ФОРМАЛИЗМОМ, но... этот термин уже используется математикой для обозначения всей теории в целом.

Обращаем внимание, что число высказываний, утверждений (формул или соотношений) внутри данного языка — ЧЕТНО: эта четность порождается знаком ОТРИЦАНИЯ, который сопровождает каждую математическую теорию. Наряду с высказыванием A всегда существует его отрицание $\neg A$ (или НЕ- A).

Мы видим, что по способу образования сам по себе математический язык допускает любые утверждения из любой предметной области. Он ровно ничего не говорит об ИСТИННОСТИ или НЕ-ИСТИННОСТИ тех или иных утверждений или высказываний (формул или соотношений).

Различие ИСТИННЫХ и НЕ-ИСТИННЫХ высказываний определяется второй составной частью математической теории — ее АКСИОМАМИ.

2) АКСИОМЫ.

Мы предпочитаем различать АКСИОМЫ двух типов:

2.1) АКСИОМЫ, которые в данной теории имеют ПОСТОЯННОЕ ЗНАЧЕНИЕ.

2.2) АКСИОМЫ, которые в данной теории могут изменять свое ЗНАЧЕНИЕ.

Предлагаемое различие аксиом в нормальной математике не делается, но нам необходимо это различие, поскольку в прикладной области сохранение ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ означает, что сохраняются утверждения, которые мы объявляем ЗАКОНАМИ данной предметной области. Изменение этих ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ означает, что мы ИЗМЕНИЛИ ТЕОРИЮ. С другой стороны, изменение тех аксиом, которые могут менять свое значение — соответствует изменению УСЛОВИЙ, в которых используется данная теория. Практически речь идет о граничных, краевых, начальных и тому подобных УСЛОВИЯХ, которые сопровождают применение теории.

Иногда в роли ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ выступают КОНСТАНТЫ, более известные как ИНВАРИАНТЫ данной предметной области. Эти же ИНВАРИАНТЫ в физике выступают в роли ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ.

Последним элементом любой математической теории являются ПРАВИЛА ВЫВОДА. Это формулы и соотношения, которые позволяют заменять одно высказывание на другое без потери ИСТИННОСТИ. О правилах вывода можно сказать так — ЭТО ОДНО и ТО ЖЕ, но выраженное в двух различных формах.

Перечислив составные части любой математической теории, мы можем рассмотреть вопрос о том, что называется ВЫВОДОМ, получаемым как СЛЕДСТВИЕ из принятых АКСИОМ (или ПРЕДПОСЫЛОК).

Используя аксиомы и условия, мы можем вычлени́ть из списка утверждений данной теории (то есть из списка, названного формулизмом):

- 1) одно и только одно утверждение (соотношение). Это **ОДНОЗНАЧНОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ** означает, что список аксиом и условий является для получения предсказания — **НЕОБХОДИМЫМ** и **ДОСТАТОЧНЫМ**.
- 2) вместо одного утверждения (соотношения) несколько: отсутствие однозначности предсказания свидетельствует о том, что нам **НЕДОСТАЕТ** каких-то условий для получения однозначных предсказаний.
- 3) не существует ни одного утверждения в языке данной теории, которое удовлетворяет как исходным аксиомам, так и условиям. В таких случаях принято говорить, что условия противоречивы.

Поскольку все случаи, которые могут встретиться при извлечении следствий из принятых предпосылок нами разобраны, то и понятен образ действий в каждом случае. Однако, чтобы избежать «описок» при получении следствий, желательно каждую теорию сдавать в машинную систему, которая гарантирует нас от ссылок на интуицию и дает только то, что следует из данной конкретной теории.

Очевидно, что неоднозначность предсказания свидетельствует о том, что **НЕТ (НЕДОСТАЕТ)** каких-то **УСЛОВИЙ**.

Противоречивость может свидетельствовать о необходимости замены некоторых аксиом или условий.

Решив вопрос с аксиомами и условиями, обратимся к правилам вывода.

Правила вывода могут в физических приложениях играть роль **УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ**. Сохранение **ФОРМЫ** уравнений движения является задачей, которая решается при использовании **МЕТОДА Г. Крона**.

Практически это все, что необходимо знать **ФИЗИКУ** или **ХИМИКУ** об устройстве всех математических теорий. В списке постоянных аксиом содержатся **УТВЕРЖДЕНИЯ**, которые **КОНСТРУКТОР ТЕОРИИ** объявил **ИСТИННЫМИ**. Мы подчеркиваем это обстоятельство, так как развитие теории требует **ИЗМЕНЕНИЯ ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ**, которые были объявлены **ИСТИННЫМИ**. По отношению к физике — это означает, что **ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ** являются не более, чем **ПРАВИЛАМИ** для вычисления **ПРЕДСКАЗАНИЙ** с достаточной для практики точностью.

Возможная величина невязки этих СОХРАНЯЮЩИХСЯ ВЕЛИЧИН может выражаться в двадцатом знаке, что может не иметь значения из-за значительной большей погрешности в методах измерения.

Отличие математического языка от естественного языка

Введенный группой Н. Бурбаки язык — язык теории множеств — являясь унифицированным языком математики, имеет кардинальное отличие от естественного языка. В математической теории не только следствия находятся в однозначном соответствии с принятыми предпосылками, но имеется такое же взаимно однозначное соответствие между ТЕРМОМ (или термином) и обозначаемым этим термом математическим ОБЪЕКТОМ.

Математический объект всегда выведен из-под действия ВРЕМЕНИ. Это выражается в том, что некоторые формулы принято называть в математике АТОМАМИ (или АТОМАРНЫМИ ВЫСКАЗЫВАНИЯМИ). Атом несет в себе два значения: неделимый и объект, который не изменяется с ходом действительного времени. Последнее должно означать, что обозначенный этим термом или соотношением объект так же не изменяется, как не изменяется (по написанию) его «имя». Поскольку это положение известно лишь очень ограниченному кругу математических логиков (таких как, например, был П.С. Новиков) — мы можем это положение найти и в трактате Н. Бурбаки. В сводке результатов есть, например, и такой:

«Некоторые свойства, например, $x = x$, истинны для ВСЕХ элементов из E ; любые два таких свойства эквивалентны; определяемая ими часть, называемая иногда ПОЛНОЙ ЧАСТЬЮ множества E , есть не что иное, как само множество E .

Напротив, некоторые свойства, например $x \neq x$, не истинны ни для какого элемента из E ; любые два таких свойства тоже эквивалентны; определяемая ими часть называется ПУСТОЙ ЧАСТЬЮ множества E и обозначается \emptyset .

Заметим, что E и \emptyset являются дополнениями одно для другого» (стр. 355).

Такие математические объекты, как квадрат, окружность или прямая линия не могут быть ФИЗИЧЕСКИ ИЗГОТОВЛЕННЫ, так как имеют место несоизмеримость стороны и диагонали квадрата или длины окружности и диаметра, однако, существуя лишь в сознании индивида — эти объекты самым бережным образом транслируются из головы в голову на протяжении тысячелетий. Существует некоторая потребность Человечества как в существовании самих математических объектов, так и

в сохранении подобных свойств. Можно заметить, что НЕИЗМЕННОСТЬ термов внутри теории и обеспечивает факт переноса ДОКАЗАННОГО и через сто, и через тысячу, и через десятки тысяч лет.

Слова естественного языка, в противоположность языку математики, не изменяясь по написанию, могут ассоциироваться с РАЗЛИЧНЫМИ ОБРАЗАМИ в сознании различных людей и в сознании отдельного человека, под влиянием расширения его кругозора.

Завершая наше рассмотрение ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ, мы можем высказать ГИПОТЕЗУ, что создание математики было ответом на НЕОБХОДИМОСТЬ постижения ИСТИНЫ, роль которой, как казалось, может выполнять ИНВАРИАНТНЫЙ ОБЪЕКТ математической теории. Великий Кант определял ИСТИНУ, как *соответствие ПОНЯТИЯ — ПРЕДМЕТУ*. Это определение признавал и Гегель. Если предмет некоторый аналог АБСОЛЮТНО ТВЕРДОГО ТЕЛА, а преобразования координат — его ПОВОРОТЫ в абсолютной системе координат, то логично ожидать СОГЛАСОВАННОСТЬ различных точек зрения на ИСТИНУ.

Точечные преобразования; трансцендентный подход

Воздав хвалу преобразованиям координат, мы не должны забывать о математических мирах ТОПОЛОГИИ и ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, которые живут своей математической жизнью, соприкасаясь с АЛГЕБРОЙ в группах Ли, образуя «жиденький мостик» между группами и алгебрами Ли.

То, что принято называть «ГРУППОЙ», вообще говоря, принадлежит миру алгебры, но «непрерывные» группы, если можно так выразиться, являются ТРАНСЦЕДЕНТНЫМИ по отношению к миру алгебры.

Для философа-профессионала соотношение между алгеброй и анализом связано с антиномичностью «категориальной пары» ДИСКРЕТНОЕ-НЕПРЕРЫВНОЕ.

Всякое математическое преобразование ВСЕГДА содержит инвариантный объект, но его трудно обнаружить именно в классе точечных преобразований. Поскольку мне известно а priori существование ИНВАРИАНТА, то я его и ищу. Нетрудно видеть, что в точечных преобразованиях инвариантом является ПРАВИЛО или ФУНКЦИЯ, что и пытались заложить в основания математики. Иногда это правило или функция может быть названо СХЕМОЙ, что и пытался реализовать Вейль в ТОПОЛОГИИ. Предлагая СХЕМУ СИМПЛИЦИАЛЬНОГО РАЗБИЕНИЯ, он был вынужден использовать такой термин, как

КОНТИНУУМ. Не желая заводить читателя в дебри «интерпретаторов» топологических понятий, я высказываю свою позицию сразу: ВСЯ ТОПОЛОГИЯ ЕСТЬ ТЕОРИЯ «ПРИНАДЛЕЖНОСТИ». Инвариантом всех топологических преобразований и является СОХРАНЕНИЕ «принадлежности».

Сама же принадлежность опирается на принадлежность либо

- непрерывной линии (точка пересечения двух НЕПРЕРЫВНЫХ линий не исчезает при всех деформациях резиновой пленки, на которую нанесены указанные две линии);
- остову схемы симплициального разбиения.

Сохранение ПРАВИЛА можно видеть в различных видах дифференцирования, что позволяет говорить о таких «алгебраических» объектах, как ГРУППЫ, КОЛЬЦА, ТЕЛА и ПОЛЯ.

Особый вид правила в топологии, характерный для работ Вейля, это ВКЛЮЧЕНИЕ, сам знак которого — деформированный знак строго порядка. Дикий «бурбакизм», свидетельствующий о почти полном философском невежестве, это «объединение» в ОДНОМ ОБОЗНАЧЕНИИ ДВУХ РАЗНЫХ ЗНАКОВ: знака равенства и знака строго порядка. «Больше или равно» и «меньше или равно» — для каждого, кто владеет минимумом философской культуры, большей дикости представить себе нельзя.

Именно Вейль сумел увидеть, что существуют ДВА ВИДА «СЛЕДОВАНИЯ», называемых в математике «транзитивностью»:

- 1) Транзитивность по ЗНАКУ РАВЕНСТВА:

Если $A = B$, а $B = C$, то $A = C$.

- 2) Транзитивность по ЗНАКУ СТРОГОГО ПОРЯДКА:

Если $A > B$, а $B > C$, то $A > C$.

Транзитивность «следования по порядку» можно рассматривать, как другой вид «следования ПО ПРИНАДЛЕЖНОСТИ»:

Если $A \in B$, а $B \in C$, то $A \in C$.

С другой стороны, именно в топологии мы различаем ОТКРЫТЫЕ и ЗАМКНУТЫЕ множества. Философ, рассматривая совокупность «высказываний», может различать «замкнутый универсум высказываний» и «открытый универсум высказываний». СМЫСЛ, выражаемый этими утверждениями, прозрачен: в «замкнутом» универсуме количество высказываний фиксировано, а в «открытом» универсуме можно ожидать высказывания, которое «возникло», «родилось» с течением времени. Правда, это «рождение» противоречит условиям «математического

множества», где для «рождения» пригодно лишь ПУСТОЕ МНОЖЕСТВО, ибо только там могут находиться элементы «НЕ тождественные сами себе».

Открытый универсум высказываний и является источником кантовских антиномий. Если провести прямую, считая ее аффинной прямой, и отметить ее «начальную точку», то мы получим слева — бесконечную цепочку ПРИЧИН, а справа — бесконечную цепочку СЛЕДСТВИЙ.

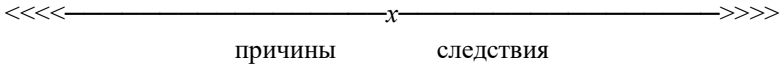


Рис. 1

Смотри вправо — бесконечность СЛЕДСТВИЙ, смотри влево — бесконечность ПРИЧИН...

Именно здесь и появляется Гегель (хотя указание на это можно найти и у Фихте, но исторически «замыкание» совершал уже Николай Кузанский) — он ОБЪЯВЛЯЕТ, что будет рассматривать ТОЛЬКО ТАКИЕ причинно-следственные цепочки, где ПОСЛЕДНЕЕ СЛЕДСТВИЕ есть, одновременно, и ПЕРВАЯ ПРИЧИНА. Шаг, совершенный Гегелем в философии, совершен Понселе в лекциях по математике (по проективной геометрии), в русском плену после войны 1812 года в Саратове. Аффинная прямая пополняется «НЕСОБСТВЕННОЙ ТОЧКОЙ», превращаясь в проективную прямую. Последняя, как известно, является ЗАМКНУТОЙ линией, но ОТЛИЧНА от окружности именно наличием «несобственной точки».

Нарисуем теперь проективную прямую и найдем ее ОТЛИЧИЯ от аффинной прямой:

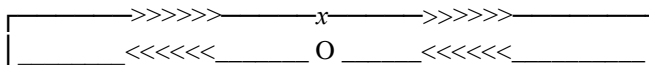


Рис. 2

Нетрудно видеть, что мы получили ОРИЕНТИРОВАННУЮ ПРЯМУЮ, а «начальная» точка бывшей аффинной прямой уже не является точкой, из которой выходят ДВА ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ «ЛУЧА» (понятие «ЛУЧ» для ориентированной ПОЛУПРЯМОЙ безнадежно утрачено, хотя это «ОБРАЗ»!!! НАТУРАЛЬНОГО РЯДА!). Картина на ПЛОСКОСТИ еще интереснее: ВСЕ ПРОЕКТИВНЫЕ ПРЯМЫЕ ПЕРЕСЕКАЮТСЯ В ОДНОЙ ТОЧКЕ, КОТОРАЯ СЛУЖИЛА «НАЧАЛОМ» В АФФИННОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ! ПЛОСКОСТЬ — «ПРЕВРАТИЛАСЬ» В ПОЛУ-ПЛОСКОСТЬ и стала «односторонней» поверхностью!

Я не знаю «видел ли» такую проективную плоскость Клейн, но он назвал только одного человека, который его ПОНЯЛ по поводу ЕДИНСТВЕННОСТИ точки пересечения проективных прямых. Клейн по этому поводу писал:

«Конкретно речь идет об ошибке, которая постоянно встречается у Гельмгольца и у многих других. Интерпретируя на сфере неевклидову геометрию с суммой углов треугольника, большей p , они приходят к выводу, что любые две кратчайшие линии должны пересекаться в двух точках. Но на проективной плоскости — даже в случае мнимого конического сечения, взятого в качестве абсолюта, — любые две прямые пересекаются только в *ОДНОЙ* точке! Этот пример показывает, что при интерпретации какой-либо *МЕТРИЧЕСКОЙ* геометрии на кривой поверхности надо принимать во внимание *СВЯЗНОСТЬ* последней. Проективная плоскость имеет необычную связность, которая отличается от связности сферы: она представляет собой *ОДНОСТОРОННЮЮ* поверхность, подобную листу Мебиуса, но при этом она еще и *ЗАМКНУТА*. Во вполне отчетливом виде эти вещи были высказаны мною только в 1874 г. в переписке со Шлефли (Math. Annalen, т. 7, стр. 549-550).

Я мог бы рассказать и о многих других деталях этого сложного процесса, который зачастую бывал отягощен разного рода затруднениями, однако я ограничусь тем, что было уже сказано. Эти соображения отражены в соответствующих томах Math. Annalen (в особенности в 37-м томе). И лишь одно имя мне хотелось бы еще упомянуть здесь — имя Клиффорда. Я вспоминаю о нем с особой радостью как о человеке, который сразу понял, а вскоре и превзошел меня» (Ф. Клейн «Лекции о развитии математики в XIX столетии», М., Наука. 1989. стр. 175-176).

Мы указали на трудность создания «геометрического образа» как проективной прямой, так и проективного пространства. О том, что происходит СКАЧОК в развитии культуры математического мышления, я приведу еще один отрывок из той же книги Ф. Клейна:

«Одной из особенно часто использовавшихся французскими математиками и совершенствовавшихся ими теорем является теорема о взаимно ортогональных направлениях. Ортогональность двух направлений, будучи выражена равенством:

$$\xi\xi' + \eta\eta' + \zeta\zeta' = 0,$$

получающимся поляризацией равенства:

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 0,$$

с проективной точки зрения представляет собой не что иное, как их гармоничность относительно сферической окружности. Если здесь

оперировать, как это делали французы, с прямыми, пересекающими сферическую окружность, то, казалось бы, возникнут противоречия. В самом деле, пусть для простоты такая прямая проходит через начало координат. Тогда для ее точек выполняется равенство:

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 0,$$

откуда получается, что она как бы перпендикулярна самой себе. Кроме того, ее длина оказывается равной нулю!

Из-за этих парадоксальных свойств рассматриваемых прямых Ли в начале своей деятельности (1869-1870 гг.) называл их не иначе, как «сумасшедшими прямыми». Позднее в своих публикациях он называл их более благородным именем *минимальных прямых*. Во Франции за ними закрепилось идущее от Рибокура название *изотропных прямых* (*droites isotropes*); оно основывается на том, что при любом вращении вокруг начала координат две из этих прямых — а именно, прямые, соединяющие начало координат с циклическими точками плоскости, перпендикулярной к оси вращения, — остаются неподвижными.

Все эти ошарашивающие факты, касающиеся минимальных прямых, опять-таки объясняются неопределенными значениями...

...Эти обстоятельства использовались французскими математиками для чрезвычайно своеобразных умозаключений, с помощью которых они с большой легкостью, — «по воздуху», как имел обыкновение говорить Ли, — получали важные геометрические результаты.

Исследовать принципы такого мышления я особенно рекомендовал бы философам, которые зачастую ограничиваются рассмотрением одних лишь математических тривиальностей» (Ф. Клейн «Лекции...», стр. 164-165).

Читатель может заметить, что я и реализую этот совет, данный Ф. Клейном, именно в этой работе.

Г. Вейль, отказываясь от «следования» через знак равенства, настаивает на ДРУГОМ ВИДЕ СЛЕДОВАНИЯ, считая, что он заменяет ВРЕМЯ на «СЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИННОЕ»! И именно этот вид следования он называет «ТОПОЛОГИЧЕСКИМ»! Нетрудно видеть, что в этом пункте он точно соответствует Гегелю, а последний в своем «замыкании» причинно-следственных цепей, точно соответствует аксиоматике ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ.

Но как же согласуется ДИАЛЕКТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА и АКСИОМАТИЧЕСКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ? Этот вопрос мы разберем во второй части нашего сообщения, когда будем обсуждать УСТРОЙСТВО МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ.

Заключение: необходимость создания математики

Если математики высокого класса, такие как Герман Вейль, могут интересоваться СМЫСЛОМ своей весьма нетривиальной деятельности, то любой мало-мальски причастный философии человек ВСЕГДА будет интересоваться СМЫСЛОМ ЖИЗНИ!

Очевидно, что СМЫСЛ ЖИЗНИ интересует не только философов. В области современной физики, которую трудно (НО НЕОБХОДИМО) отделить от математики, этот поиск ориентирован на АНТРОПНЫЙ ПРИНЦИП. Последний можно расшифровать так: «Как должна быть устроена математическая физика, чтобы она давала в качестве одного из СЛЕДСТВИЙ необходимость СУЩЕСТВОВАНИЯ физика-теоретика, который создает математическое описание Вселенной?».

Подобный «антропный принцип» легко обнаружить в работах автора, который считал в качестве основной задачи всех своих исканий, именно поиск «СМЫСЛА ЖИЗНИ», чему и посвящена большая часть работ автора. Такая позиция не была случайной: в свои 20 лет автор понял, что за свои прожитые 20 лет он овладел только одной профессией — профессией *УБИЙЦЫ!* Можно понять всю меру ОТЧАЯНИЯ, которая охватила меня!

Именно поэтому мне так близок в своих философских исканиях Г. Вейль, когда он пишет:

«Чтобы обрести себя как интеллект, Я, согласно Декарту, должно все подвергать *сомнению*; чтобы обрести себя в качестве экзистенции, оно, согласно Кьеркегору, должно пройти через *отчаяние*.

Подвергая все сомнению, мы продвигаемся к знанию о реальном мире, трансцендентном имманентному сознанию; но в противоположном направлении — в направлении первопричины, а не ее результата — расположена трансценденция Бога, от которой проистекает свет сознания; сама первопричина для сознания остается сокрытой, но себя оно охватывает, в себя проникает, находится в состоянии напряженного расщепления на *субъект и объект, смысл и бытие*».

Именно такие чувства обуревали автора на госпитальной койке, где он находился после тяжелого ранения в 1944 году. Бывали и другие моменты отчаяния, когда в ШИЗО бьешь стекло, чтобы его осколком резнуть себя по венам... Но тут приходит на память великий Киплинг (в переводе Н.А. Заболоцкого):

«Останься тих, когда твое же слово
Калечит плут, чтоб уловлять глупцов...
Когда вся жизнь разрушена. И снова
Ты должен все воссоздавать с основ».

Конечно, много лет спустя, я уже знал, что у Кьеркегора был более ранний и более великий предшественник. Это был Гегель. Он писал:

«Вот почему на этот путь можно смотреть как на путь СОМНЕНИЯ (Zweifel) или, точнее, как на путь ОТЧАЯНИЯ (Verzweiflung); на нем совершается как раз не то, что принято понимать под сомнением, т.е. расшатывание той или иной предполагаемой истины, за которым вновь следует соответствующее исчезновение сомнения и возвращение к первой истине, так что в конце существо дела принимается таким, как прежде. А этот путь есть сознательное проникновение в неистинность являющегося знания, для которого самое реальное-это то, что поистине есть скорее лишь нереализованное понятие» (Гегель. Соч., т. IV, М., 1959. стр. 44. «Феноменология духа»).

Тот перелом в математическом мышлении, который выше я показал через Софуса Ли и Феликса Клейна, СОВПАЛ с переломом в культуре философского мышления, который образовал пропасть между Кантом и Гегелем. Не знаю, случайно или нет, но Г. Вейль указал «посредника» между этими двумя фигурами — Фихте.

Кант был последним философом, который считал «идеалом науки» — математическое описание и математическое мышление. Я полностью согласен с Кантом в том, что НЕ СУЩЕСТВУЕТ ДРУГОГО СПОСОБА СОХРАНЯТЬ ПОНЯТОЕ ИЛИ ПОЗНАННОЕ. Но я согласен с Гегелем в том, что это способ СОХРАНЕНИЯ понятого и познанного, но не тот СПОСОБ, которым управляется творческое мышление при СОЗДАНИИ НОВОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИЛИ ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ.

С той же НЕОБХОДИМОСТЬЮ, которая родила философа Канта, культура научного мышления и ДОЛЖНА БЫЛА ПОРОДИТЬ МАТЕМАТИКУ. Но эта же необходимость поставила в повестку дня и вопрос о той культуре научного мышления, которая способна к СОЗДАНИЮ, к «ТВОРЕНИЮ» новых научных теорий. Можно говорить о наступлении эпохи «серийного производства» научных теорий, фундаментом которой должны служить «рабочие чертежи», фиксирующие устройство ВСЕХ ВОЗМОЖНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ.

Возвращаясь к геометрической аналогии Вейля, мы будем более придирчивы, чем в начале нашего изложения.

Вейль требует существования:

- 1) Абсолютной системы координат, на роль которой претендует система барицентрических координат;

- 2) Инвариантный объект, названный «точкой», не присутствует сам нигде — его «представляет» ЛИНЕЙНАЯ ФОРМА:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1.$$
- 3) Множество произвольных систем координат, связанных с исходной (абсолютной системой) ЛИНЕЙНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ.
- 4) Множество численных значений координат, соответствующих произвольным координатным системам.

Я предлагаю фиксировать теории по следующим признакам:

- 1) Список инвариантных объектов.
- 2) Абсолютная система координат — проективное пространство.
- 3) Допустимые системы координат, получаемые из абсолютной системы линейным преобразованием.
- 4) «Про-явление некоторой сущности» — численные значения координат.
- 5) В определение «ГРУППЫ» добавить (в аксиомы) «существование инвариантного объекта».

Приведенные выше 5 признаков для ОСНОВАНИЯ любой математической теории СЛЕДУЮТ из той области, которая мало знакома математикам-профессионалам. И в этом нет их ВИНЫ, так как я буду говорить о таких областях философской мысли, которые так же отличаются от «обычной» философии, как отличается от «обычной» математики существо проблем, которые обсуждаются Г. Вейлем, Д. Гильбертом, А. Пуанкаре, Ф. Клейном, Б. Риманом от разговоров на «околоматематические» темы математиков меньшего калибра.

Мой покойный друг Э.В. Ильенков около 30 лет тому назад разрубил гордиев узел «психофизической проблемы», что и составило предмет размышлений Г. Вейля в его статье 1954 года «Познание и осмысливание», из которой мной и взята его «геометрическая аналогия». Поскольку любимым философом Вейля был Фихте, то философское значение позиции Фихте я хочу представить в изложении Э.В. Ильенкова.

Уже Кант должен был различать два «Я»: Я-феноменальное и Я-ноуменальное. В этом совершенно обесмысливается сама идея логики как науки. О споре Канта и Фихте Э.В. Ильенков писал:

«Ведь все выводы, полученные из рассмотрения мышления *о мышлении* (как «вещи в себе», как ноумена), не будут иметь ровно никакого отношения к мышлению *о вещах, данных в созерцании и представлении*. Стало быть, все положения логики (т.е. мышления о

мышлении) не будут иметь обязательной силы для мышления о вещах, т.е. для мышления естествоиспытателя ученого.

Отсюда прямо и рождается центральная идея Фихте, идея общего наукоучения — теории, которая в отличие от кантовской логики должна излагать принципы, действительно значимые для любого применения мышления. Такая наука должна излагать законы и правила, равно обязательные и для мышления о мышлении, и для мышления о вещах. Мышление о мышлении — логика должна показать любой другой науке образец и пример соблюдения принципов мышления (принципов научности) вообще. Эти принципы должны оставаться теми же самыми и в том случае, когда мышление направлено на явления в математике, в физике или антропологии, и в том случае, когда оно направлено на понятия, т.е. на самое себя...

...Разъясняя свое понимание «системы», Фихте формулирует: «...мое изложение, *каким и должно быть всякое изложение* (курсив Ильенкова), исходит из самого неопределенного и определяет его дальше на глазах у читателя; поэтому в дальнейшем объектам приписываются, конечно, совершенно другие предикаты, чем те, которые им приписывались в начале, и далее это изложение очень часто выставляет и развивает положение, которое оно затем опровергает, и таким путем оно посредством антитезиса движется вперед к синтезу. Окончательно определенный и истинный результат, которым оно завершается, получается здесь лишь в конце. Вы, правда, ищите лишь этого результата, а путь, посредством которого его находят, для вас не существует».

«Система», таким образом, оказывается, по Фихте, результатом снятых противоречий. Вне системы они остаются непосредственными и в качестве таковых отрицают друг друга. Поэтому-то у Канта системы нет, а есть непосредственные развитием положения, которые он берет готовыми и тщательно старается их формально связать, что невозможно, ибо они уже заранее отрицают одно другое. У него целое возникало именно из кусочков, путем их последовательного объединения...

...наука должна отдавать себе ясный отчет о своих собственных действиях, должна достигнуть самосознания и выразить его через те же самые категории, через которые она осмысливает все остальное — любой другой объект, данный в опыте. Наука о науке и есть система определений, контурно обрисовывающая любой возможный объект и одновременно структуру субъекта, этот объект конструирующего. А логические формы, в свою очередь, суть осознанные, абстрактно выраженные и выстроенные в систему формы разумного сознания

вообще, т.е. не эмпирического сознания того или иного индивида, а лишь необходимые и всеобщие формы (схемы) деятельности всякого возможного существа, обладающего мышлением...

...Дело в том, что теоретическое «схематизирование» (т.е. операции, регулируемые логическими правилами и положениями) отнюдь не лишено необходимых и естественных предпосылок. Анализ их именно тогда становится насущно важным, когда мышление сталкивается с некоторым изменением, которое по самой сути дела есть соединение противоречаще-противоположных определений.

Здесь Фихте не расходится с Кантом, который прекрасно понимал, что изменение «предполагает один и тот же субъект как существующий с двумя противоположными определениями» и что *в разные моменты времени одна и та же вещь может обладать известным предикатом А, то утрачивать его быть не-А*. Однако если предикат А может быть утрачен вещью без того, чтобы она перестала быть самой собою и превратилась в другую вещь (объект другого понятия), то это значит по Канту, что исчезнувший предикат не принадлежал к понятию данной вещи, не входил в число ее всеобщих и необходимых определений. В понятии (в отличие от эмпирически-общего представления) выражаются только абсолютно неизменные характеристики вещи, до *изменений теории дела нет*, — этот старинный предрассудок довлеет над Кантом. Все изменения — дело эмпирического воззрения, а не теории. *Теория, построенная по правилам логики, должна давать картину объекта, как бы изъятая ИЗ-ПОД ВЛАСТИ ВРЕМЕНИ* (курсив мой — П.К.). Те определения, которые поток времени смыкает с вещи, теория не имеет право вводить в число определений ПОНЯТИЯ. Поэтому понятие всегда защищено запретом противоречия.

Ну а как быть, если объект, изображаемый в теории (в виде теоретической схемы, построенной по правилам логики), начинает пониматься не как нечто абсолютно неизменное, а как нечто *возникающее*, хотя бы только в сознании, как у Фихте? Как быть с запретом противоречия, если логическая схема должна изображать именно ПРОЦЕСС ИЗМЕНЕНИЯ, возникновения, становления вещи в сознании и силой сознания?

...Вывод Фихте: выбирайте одно из двух — либо запрет противоречия абсолютен, но тогда невозможен никакой синтез, никакое единство различных определений, либо существуют развитие и синтез определений понятий, и они нарушают абсолютное требование запрета противоречий...

...все логические правила должны быть *ВЫВЕДЕНЫ*, извлечены путем анализа действительного мышления. Они, иными словами, имеют некий прообраз, с которым их можно сравнить и сопоставить. Такой подход в корне отличается от позиции Канта, согласно которой все логические основоположения и категории должны быть согласны лишь сами с собою, достаточно, чтобы в своих предикатах они не заключали противоречия. Кант поэтому *ПОСТУЛИРУЕТ* законы и категории логики, а Фихте требует их *ВЫВЕДЕНИЯ*, демонстрации их всеобщности и необходимости...

...Шеллинг, как и Фихте, стоит за новый, критически «просвещенный» догматизм: «Догматизм — таков результат всего нашего исследования — *теоретически* неопровержим, потому что он сам покидает теоретическую область, завершая свою систему практически. Таким образом, он опровержим практически, тем, что мы *в себе реализуем* абсолютно противоположную систему».

Практическая деятельность — вот то «третье», на чем, как на общей почве, сходятся все противоречащие друг другу системы. Здесь, а не в отвлечениях разума и разгорается подлинный бой, который может и должен кончиться победой. Вот где доказательство того, что одна сторона, неукоснительно проводящая свой принцип, защищает не только свой, эгоистический частный интерес, но и интерес, совпадающий со всеобщей тенденцией мироздания, т.е. с абсолютной и безусловной объективностью...

...Вот тот пункт, который отделил Фихте и Шеллинга от Канта: духовная культура человечества не может вечно находиться в положении буриданова осла между двумя одинаково логичными системами представлений о самых важных в жизни вещах. Человечество вынуждено практически действовать, жить. А действовать в согласии с двумя противоположными системами рекомендации невозможно. Приходится выбирать одну и уж неукоснительно следовать ее принципам» (Э.В. Ильенков «Диалектическая логика» М., Политиздат, 1984. стр. 82-94).

Я посвятил философской оценке значимости Фихте обширный «цитатник» Э.В. Ильенкова, чтобы читатель мог сравнить высокочлассный философский (Э.В. Ильенкова) и математический (Г. Вейля) анализ значимости только **ОДНОГО** настоящего философа, стоящего на рубеже двух эпох **НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ**.

Теперь, когда читатель-математик имеет некоторое представление о культуре философского мышления, я могу **РАССКАЗАТЬ** о том, чего не было в публикациях Э.В. Ильенкова. Девизом Э.В. Ильенкова по

отношению к философии могут служить его слова: «...окончательный продукт всей работы в области философской диалектики — решение конкретных проблем конкретных наук». Это дает КРИТЕРИЙ для обсуждения философских проблем с людьми, которые называют себя философами (или математиками): «Какой конкретный НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ, и в какой предметной области принадлежит Вам лично?». Отсутствие НАУЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА есть основание для отказа от дискуссии.

Я уже сказал, что Э.В. Ильенкову принадлежит честь решения психофизической проблемы и именно это решение вынудило меня ввести в основание математики ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ОБРАЗ. Вот как выглядело существо этой проблемы, решавшейся Барухом Спинозой, в изложении Э.В. Ильенкова:

«...если действие, произведенное на наш глаз световым пучком, отразившимся от луны, мыслящее существо воспринимает не просто как механическое раздражение внутри глаза, а как *ФОРМУ САМОЙ ВЕЩИ*, как лунный диск, висящий в пространстве вне глаза, то значит Я — мыслящее существо — испытывает непосредственно не то воздействие, которое произвела на него внешняя вещь, а нечто совсем иное: форму (т.е. пространственно-геометрическую конфигурацию) и положение внешнего тела, которое возникло внутри нас в результате механического или светового воздействия. Вот в чем загадка, и вся суть мышления как способа действия мыслящего тела в отличие от тела немыслящего. Легко понять, как одно тело вызывает своим действием изменение в другом теле, это вполне объясняется через понятия физики. Трудно, а с точки зрения чисто физических (в эпоху Спинозы даже «чисто» механических, геометрических) понятий даже невозможно объяснить, как и почему мыслящее тело испытывает и воспринимает вызванное внешним телом действие внутри самого себя как внешнее тело, как его, а не свою собственную форму, конфигурацию и положение в пространстве.

Такова, в общем-то, загадка, над которой бились позднее и Лейбниц, и Фихте» (стр. 33).

Если сейчас вы прочитали в этом тексте слово «ЛУНА», то что мне дает основание утверждать, что с помощью звукового сигнала я могу вызвать в вашем сознании «образ луны»? Только ЧЕЛОВЕК обладает способностью «видеть» внутренним взором предмет, которого нет в поле зрения.

Объяснение этого эффекта и составляет СУТЬ ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ.

С другой стороны, внутренний «взор» позволяет обозреть ПРЕДМЕТ, который является ПРОСТРАНСТВЕННО-ПРОТЯЖЕННЫМ ТЕЛОМ. Две абстракции и позволяют внутреннему «взору» обозреть математические «ПРЕДМЕТЫ»: это

- абсолютно твердое тело;
- правильный многогранник («платоновы тела»).

Наличие образов в сознании человека является ОСНОВОЙ для формирования образов тех предметов, которых человек ни разу не видел, то есть таких, которые человек ни разу не наблюдал с помощью собственных органов чувств. Образы этих, никогда не наблюдавшихся предметов, создаются в сознании ОБУЧАЮЩЕГОСЯ индивида с помощью РЕЧИ. Создание нового образа возможно тогда и только тогда, когда имеется некоторый «старый» образ. Внутри сознания ОБУЧАЮЩЕГОСЯ осуществляется «СРАВНЕНИЕ» старого и нового образов. Здесь и рождается «формальная» логика, которая использует термин «предикат» как то или иное «свойство» образа.

Указывая «пальцем» на тот или иной действительно воспринимаемый органами чувств ПРЕДМЕТ, я могу формировать «новый» образ, сохраняя некоторые признаки «ЭТАЛОННОГО ПРЕДМЕТА» (на который указывает «палец») и отрицая другие признаки. В сознании собеседника РОЖДАЕТСЯ образ предмета, который строится с использованием «ЭТАЛОННОГО ПРЕДМЕТА». Так строится описание мира внешних предметов с помощью естественного языка.

Однако рано или поздно обнаруживается, что в природе НЕТ НЕИЗМЕННЫХ ПРЕДМЕТОВ! Желание иметь «эталонный предмет», который ВЫВЕДЕН ИЗ-ПОД ВЛАСТИ *ВРЕМЕНИ* — и есть то желание, которое реализуется особым видом предметов, которые «*ТОЖДЕСТВЕННЫ САМИ СЕБЕ*» — это и есть мир ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ. Этот вид «эталонов» позволяет СОХРАНЯТЬ описание для будущих поколений, так как его «эталоны» не подвержены действию все РАЗРУШАЮЩЕГО и все ИЗМЕНЯЮЩЕГО ВРЕМЕНИ!

Весь мир геометрических образов СУЩЕСТВУЕТ только в сознании людей: ни одного геометрического объекта НЕВОЗМОЖНО ВОСПРОИЗВЕСТИ ФИЗИЧЕСКИМ «ИЗГОТОВЛЕНИЕМ».

Квадрат, окружность, прямая линия — вот объекты, СМЫСЛ которых остается одним и тем же, как для Евклида, так и для любого математика, как наших дней, так и будущих поколений.

Именно это «геометрические эталоны» и являются СМЫСЛОМ исходных математических утверждений. Именно эти «эталон», помещаемые в различные координатные сетки, открывают нам путь и в алгебру, и в анализ.

Решение ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ, данное Э.В. Ильенковым, состоит в установлении связи ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ — ОРУДИЙНОЙ ПРАКТИКИ со СТАНОВЛЕНИЕМ языка и человеческой речи. Последние (язык и речь) являются действительными предпосылками к СТАНОВЛЕНИЮ мира образов.

Я рассказал Ильенкову, что в математическом смысле вся логика Гегеля — это математически-точное представление проективной плоскости.

Поскольку я считал, что у Гегеля НЕТ ПРЕД-ПОСЫЛОК (ибо КОНЕЦ у Гегеля совпадает с НАЧАЛОМ, давая великолепную замкнутость), то нет возможности создать более логичную систему. Этот разговор был начат встречным вопросом Ильенкова: «Не является ли неявной предпосылкой гегелевской логики, что СУЩЕСТВУЕТ ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ РЕЧЬ И СВЯЗАННЫЙ С НЕЙ МИР ОБРАЗОВ? Но объясняет ли Гегель ВОЗНИКНОВЕНИЕ этой человеческой речи и мира образов в форме СТАНОВЛЕНИЯ того и другого?».

Только имея ответ на вопрос о СТАНОВЛЕНИИ человеческой речи и, связанного с нею, мира образов — можно говорить о ПОНИМАНИИ СМЫСЛА.

На этом мы закончим краткий ответ на вопрос: «Почему человечество, с НЕОБХОДИМОСТЬЮ присущей СЛУЧАЮ, должно было «придумать» математику и можем перейти к ответу на вопрос о том, как она устроена.

Кузнецов П.Г.

Шестая проблема Гильберта и аксиоматическое построение физики³³

Продолжающиеся дискуссии о «природе жизни» и месте физики в описании этих явлений, достаточно убедительно показывают, что мы ещё достаточно далеки от понимания этого процесса. С другой стороны, мы знаем, что правильная постановка вопроса содержит в себе 75% ответа.

Наличие неразрешимых проблем, часть которых остается неразрешённой только в силу ограниченности наших знаний, раньше всех начали фиксировать математики. Сложился обычай: подводя итоги развития математики, отмечая достигнутые успехи, выдающиеся математики СТАВИЛИ ПРОБЛЕМЫ. Здесь и сказалось умение правильно ставить вопросы. Если проблема сформулирована выдающимся учёным, то РАЗРЕШЕНИЕ ТАКОЙ ПРОБЛЕМЫ всегда является событием в мировой науке.

К числу подобных проблем относится и шестая проблема Д. Гильберта: проблема аксиоматического построения физики. Если бы шестая проблема Гильберта была решена, то мы могли бы точно сказать, какими аксиомами отличается физика неживой природы от физики жизни. Формулировка проблемы аксиоматического построения физики относится к началу нашего века (1900 г.) Д. Гильберт писал:

«Для того, чтобы построение физических аксиом провести по образцу аксиом геометрии, следует попробовать сначала небольшим количеством аксиом охватить возможно более общий класс физических явлений, а затем присоединением каждой следующей аксиомы перейти к более специальной теории, а тогда, возможно, возникнет принцип классификации, который сможет использовать глубокую теорию бесконечных групп преобразований Ли. Кроме того, математик должен, подобно тому как это сделано в геометрии, принимать во внимание не только факты реальной действительности, но и все логически возможные теории и особенно быть внимательным к тому, чтобы получить наиболее полный обзор совокупности следствий, которые вытекают из принятой системы аксиом» (Проблемы Гильберта. — М.: Наука, 1969).

Сформулированная Д. Гильбертом шестая проблема оказала безусловное влияние на последующее развитие математической физики.

³³ Текст публикуется согласно рукописи, датированной второй половиной 1970-х гг. (более точная датировка затруднительна). Публикуется впервые.

Однако масса конкретных проблем, ожидающих своего решения, обычно отвлекала физиков от решения указанной проблемы.

Вероятно, что с наилучшей классификацией динамических систем современной физики мы встречаемся в работе Дж.Л. Синджа (Синга) «Тензорные методы в динамике» (М.: ИЛ, 1947). В этой книге Дж. Синг даёт ТРИ ДИХОТОМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКА, т.е. классифицирует всё множество динамических систем в ВОСЕМЬ основных классов. В одном из перечисленных классов и должна найти свое место биофизика, как физика динамических систем, которые называются «живыми».

Приведём эту классификацию Дж. Синга: «Мы будем рассматривать динамическую систему наиболее общего типа. Она может быть подчинена переменным связям — случай РЕОНОМНОЙ системы. Если связи постоянны, то система называется СКЛЕРОНОМНОЙ. Связи могут быть заданы неинтегрируемыми уравнениями Пфаффа; в этом случае они НЕГОЛОНОМНЫ; в противном случае связи носят название ГОЛОНОМНЫХ. Реономная неголономная система представляет собой самый общий случай, включающий все остальные...

...Каждая из описанных выше систем называется КОНСЕРВАТИВНОЙ, если существует потенциальная энергия V , такая, что (1.16, с. 10, 13):

$$X_i = - \frac{\partial V}{\partial x^i}$$

Заканчивая на этом классификатор динамических систем, предложенный Дж.Л. Сингом, приведём этот классификатор к нормальному виду, т.е. запишем ВСЕ ВОСЕМЬ КЛАССОВ:

1. Реономная неголономная неконсервативная.
2. Реономная неголономная консервативная.
3. Реономная голономная неконсервативная.
4. Реономная голономная консервативная.
5. Склерономная неголономная неконсервативная.
6. Склерономная голономная неконсервативная.
7. Склерономная неголономная консервативная.
8. Склерономная голономная консервативная.

Точное перечисление всех классов динамических систем, хотя их только ВОСЕМЬ, даёт возможность каждому «биофизику» найти свою научную позицию и объединить свои усилия с другими биофизиками, которые отнесли биофизику в тот же класс динамических систем.

Для выбора «своего» класса динамических систем нужно ответить всего на три вопроса:

1. Являются ли связи в живых динамических системах постоянными или переменными?
2. Могут ли связи быть заданы интегрируемыми уравнениями Пфаффа или нет?
3. Имеют ли силы потенциал или не имеют?

Только эти три вопроса и могут составить предмет ПЕРВОЙ, однако лишь первой предметной дискуссии по проблеме ЖИЗНИ. Всякое увилвание от ответа на указанные вопросы просто указывает на отсутствие научной позиции и не может рассматриваться как конструктивное обсуждение проблем биофизики. Конечно, это только личная точка зрения автора, но я полагаю, что она имеет смысл.

Автор в рамках указанного классификатора относит себе к «биофизикам», которые относят ПРОЦЕСС ЖИЗНИ к классу РЕОНОМНЫХ НЕГОЛОНОМНЫХ НЕКОНСЕРВАТИВНЫХ СИСТЕМ. Только этой позицией и объясняется нежелание автора рассматривать системы моделей, построенных на неявных гипотезах о голономном характере связей.

Минимальные модели биологических процессов уже должны включать в явном виде утверждение хотя бы о неголономном характере связей, так как неголономные, НО ПОСТОЯННЫЕ СВЯЗИ, уже дают очень много для понимания явлений жизни.

Динамика неголономных систем как первый шаг к биофизике

Само собою разумеется, что охватить широкой класс реономных неголономных и неконсервативных систем НЕВОЗМОЖНО при любом состоянии науки: именно в силу этого обстоятельства научная деятельность и является бесконечной. Но возможно наращивать класс за классом РАЗЛИЧНЫЕ типы НЕГОЛОНОМНЫХ СИСТЕМ, так как ПОЛНЫЙ набор неголономных систем и образует класс реономных систем.

Мы не можем сказать, что наилучший путь состоит в нахождении примеров уже решённых задач: наши интересы относятся к созданию ТЕОРИИ НЕГОЛОНОМНЫХ СИСТЕМ.

Постараемся проследить нарастание сложности динамических систем, определяемых ХАРАКТЕРОМ СВЯЗЕЙ.

Если связи ПОСТОЯННЫ и связи наложены ТОЛЬКО НА ОБОБЩЁННЫЕ КООРДИНАТЫ, т.е. не включают ВРЕМЯ в явном виде, то такие связи можно исключить с помощью множителей

Лагранжа.

Если связи ПОСТОЯННЫ и связи наложены ТОЛЬКО НА ОБОБЩЁННЫЕ СКОРОСТИ, то мы будем иметь дело с уравнениями Больцмана-Гамеля и оставаться в области динамики «неголономных систем».

Если связи ПОСТОЯННЫ и связи наложены ТОЛЬКО НА ОБОБЩЁННЫЕ УСКОРЕНИЯ, то мы переходим в класс ещё мало изученных неголономных систем.

Уже перечисленные примеры показывают, что в самом классе неголономных систем содержится большое количество самых разнообразных систем. Постоянство связей, наложенных только на координаты, т.е. самый первый пример, является примером «вырожденной» неголономной системы, т.е. является примером ГОЛОНОМНОЙ системы. Мы включили этот пример для того, чтобы показать действие принципа соответствия: если связи оказались голономными, то мы возвращаемся к уравнениям Лагранжа или Гамильтона.

Нельзя сказать, что динамике неголономных систем «очень повезло»: её изучение представляет серьезные трудности, и не очень видна область её применения. Тот же Дж. Синг пишет:

«Я старался не терять из вида, что предметом настоящей работы является в первую очередь динамика и лишь во вторую очередь — геометрия. Соблазн прочесть геометрическую проповедь на текст из динамики должен быть преодолен. Вот почему наибольшее внимание я посвящаю системам, наиважнейшим с динамической точки зрения. Менее важные в динамическом отношении системы, именно, неголономные системы и системы с подвижными связями, представляют особый интерес для геометров» (Тензорные методы в динамике. — М.: ИЛ, 1947. — С. 10).

Приведённое высказывание Дж. Синга ясно показывает, что наиболее интересные классы динамических систем отданы для «упражнений» геометрам.

Тем не менее, САМА ЖИЗНЬ, в виде требований на проектирование технических систем заставила многочисленную армию инженеров развивать динамику НЕГОЛОНОМНЫХ систем. Некоторые инженеры это делали по причине необходимости решать ту или иную конкретную задачу, а некоторые сумели подняться до теоретического осмысливания всего класса ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, как класса ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С НЕГОЛОНОМНЫМИ СВЯЗЯМИ.

Посмотрим, как обстоят дела в физике, когда речь идет о машинах и механизмах. Так, весьма уважаемый физик С.Э. Хайкин в Книге «Физические основы механики» пишет:

«§34. ПЕРЕДАЧА РАБОТЫ.

Все механизмы служат в конечном счете для передачи работы. Скорость передачи работы механизмом характеризуется его мощностью. **МОЩНОСТЬ МЕХАНИЗМА ЕСТЬ ОТНОШЕНИЕ РАБОТЫ, КОТОРАЯ СОВЕРШЕНА МЕХАНИЗМОМ, К ТОМУ ПРОМЕЖУТКУ ВРЕМЕНИ, ЗА КОТОРЫЙ ЭТА РАБОТА СОВЕРШЕНА**».

Мы взяли начало параграфа, чтобы иметь возможность зафиксировать место, где **ВРЕМЯ** появляется в явном виде в уравнениях движения. Далее С.Э. Хайкин объясняет понятие **МОЩНОСТЬ** и приводит выражение для мощности. Он пишет:

«Поэтому мощность (4.48)

$$W = \frac{dA}{dt} = \left(\bar{F} \frac{d\bar{s}}{dt} \right) = (\bar{F} \cdot \bar{v})$$

где V — скорость точки приложения силы. Этим соотношением обычно пользуются для измерения мощности механизмов».

Прежде чем мы продолжим рассмотрение простого примера неголономной системы, приведенного далее С.Э. Хайкиным, мы обратим внимание биофизиков, что **ОБЫЧНЫЙ ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В ЖИВОМ ОРГАНИЗМЕ**, как и приведённый ниже простой механизм, характеризуется **ПОСТОЯНСТВОМ ВЕЛИЧИНЫ МОЩНОСТИ**. Простейшее понятие биофизики — основной обмен веществ, есть **МОЩНОСТЬ**, которая необходима для поддержания физического существования живого организма.

«Рассмотрим этот процесс на конкретном примере работы приводного ремня (рис. 7б). Пусть левый шкив служит ведущим, а правый — ведомым; следовательно, работа передается от левого шкива к правому. Ремень, верхняя часть которого растянута, действует на ведомый шкив с силой F , направленной в сторону вращения шкива и поэтому совершающий положительную работу. На ведущий шкив ремень действует с силой F_1 , направленной навстречу движению шкива, и, значит, сила F_1 совершает отрицательную работу (положительную работу совершает сила, действующая со стороны ведущего шкива на ремень)».

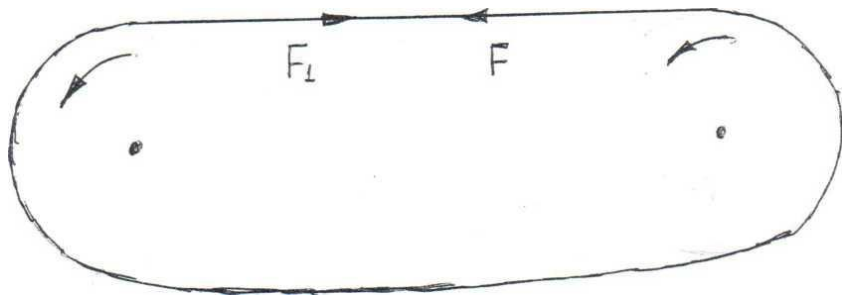


Рис. 76 из книги С.Э. Хайкина.

Мы привели этот простейший пример механической неголономной системы именно потому, что он содержит ТРИ СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ:

1. Источник потока энергии (ведущее колесо).
2. Рабочее тело, через которое идет поток энергии (сам ремень).
3. Сток энергии (ведомое колесо).

В этой механической модели рабочее тело, через которое идёт поток энергии, является «открытой системой», «Химический состав» этой «открытой системы» всё время изменяется, так как в процессе принимают участие всё новые и новые химические элементы ремня³⁴.

Если отбросить из этой модели ведущее колесо и ведомое колесо и оставить для рассмотрения один ремень, то можно построить множество блестящих теорий по поводу «обмена веществ» и «потока энергии» в «изолированном» (от мешающих элементов) РЕМНЕ.

Было бы легкомысленно считать, что процесс передачи энергии через ремень имеет простое описание. Если считать ремень «абсолютно твёрдым телом», т.е. недеформируемым, то НЕВОЗМОЖНО получить решение о потоке энергий через ремень. Решение приведённого примера не дано в книге С.Э. Хайкина, так как полное решение требует:

1. Рассмотреть натяжение ремня и установление стоячих волн в натянутом, но НЕПОДВИЖНОМ РЕМНЕ.
2. Наложить на систему ДВУХ БЕГУЩИХ в противоположном направлении волн, образующих стоячую волну в неподвижном ремне, ПЕРЕНОСНУЮ СКОРОСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШКИВА.

После выполнения второй части работы мы обнаружим, что две волны, образующие СТОЯЧУЮ ВОЛНУ в ремне, переносятся благодаря

³⁴ На полях приписка от руки: «Ремень однороден. Он мог бы состоять и из одного химического элемента».

вращению колес, со скоростью движения шкива.

Для неподвижного наблюдателя при наличии перемещения шкива, скорость волны в шкиве «вправо» будет неравна скорости волны в шкиве, уходящей «влево». Формально это приведёт к тому, что

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x \partial t} \neq \frac{\partial^2 T}{\partial t \partial x}$$

Мы привели пример простейшей механической системы, когда исходные предпосылки абсолютно прозрачны. Представим себе механическую систему, которая состоит из N таких связей. Как написать уравнения движения для такой системы?

Можно, не вникая в суть дела, написать уравнения Лагранжа и искать подходящую «потенциальную функцию», полагая, что отсутствие решения вызвано только тем, что не удалось найти подходящего выражения для потенциала. На этом пути уже построено колоссальное количество блестящих математических конструкций, что нужно восхищаться смелостью их авторов.

Мы полагаем, что этот путь нас не приведёт к цели. Путь систематического анализа неголономных систем был открыт с 1930 года блестящими работами Г. Крона. Короткий, но очень убедительный анализ электромеханических систем, выполненный им в 1930 г. в работе «Обобщённая теория электрических машин», привёл Г. Крона к понятию «ПОТОК СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ». Анализ этого понятия в рамках классификатора динамических систем, данного Дж. Сингом, привёл Г. Крона к заключению, что все машины и механизмы являются НЕГОЛОНОМНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.

Этот результат он представил в 1934 г. в работе «Нериманова динамика вращающихся электрических машин» (эту работу Г. Крона японские авторы называли «делающей эпоху»). В 1949-1950 гг. на работы Г. Крона обратил внимание академик А.А. Андронов, следствием чего и явилась диссертация нынешнего академика А.В. Гапонова. Вот как об этом пишут авторы вышедшей в 1967 г. монографии «Динамика неголономных систем» Ю.И. Неймарк и Н.А. Фуфаев:

«Идея написания настоящей книги возникла на семинаре А.А. Андропова в 1949-50 гг. в связи с рассмотрением на нём вопросов составления уравнений движения разнообразных технических систем. Это рассмотрение помимо научных целей имело в виду цели

преподавания, о чем А.А. Андронов неоднократно напоминал участникам семинара. Дискутировались понятия направленных связей и сервосвязей, способы составления уравнений электрических цепей, тензорные формы уравнений движения, уравнения движения механических систем, вариационные принципы теории поля и электродинамики, вопросы составления уравнений движения электрических машин и многие другие. По этим вопросам выступали с докладами Н.А. Железцов, М.Л. Левин, А.В. Гапонов, Ю.И. Неймарк, Н.А. Фуфаев и другие. Именно в процессе этого семинара выяснились некоторые неточности в ряде работ по механике неголономных систем и обнаружилась связь теории электрических машин с механикой неголономных систем».

В настоящее время динамика неголономных систем представляет собою весьма обширную область, но нас, в основном, будет интересовать связь динамики неголономных систем с ТЕРМОДИНАМИКОЙ НЕОБРАТИМЫХ ПРОЦЕССОВ.

Известно, что выдающиеся ученые прошлого века пытались связать термодинамику с аналитической механикой, и эти попытки оказались неудачными. В настоящее время можно объяснить эту неудачу именно тем, что за фундамент термодинамики брали динамику ГОЛОНОМНЫХ СИСТЕМ. Логическим следствием динамики голономных систем является исчезновение понятия ВРЕМЯ из термодинамики. Попытка введения в термодинамику понятия ВРЕМЯ, не использующая аналитический фундамент динамики неголономных систем, приводит к решению отдельных задач, но не приводит к созданию развитой теории. Более того, появляются многочисленные попытки разделить термодинамику на «термостатику» и «термодинамику» по «ощущениям» того или иного автора. Мы полагаем, что всё дальнейшее развитие теории динамических систем пойдёт по линии слияния указанных классов динамических систем с соответствующими разделами термодинамики. Введение в термодинамику понятия «температура» на правах интегрирующего множителя для уравнений Пфаффа показывает, что это понятие «неработоспособно» в динамике неголономных систем, где такого множителя вообще не существует. Этот факт обнаруживается в неравновесных термодинамических системах, где приходится использовать понятие «абсолютной отрицательной температуры» (см. 1 главу в книге И.П. Базарова «Термодинамика». — М.: ФМ, 1961). Аналогом этого понятия в теории динамических систем являются

понятия «отрицательного сопротивления», «отрицательного трения» и т.д. В область динамики неголономных систем входит вся область **АВТОКОЛЕБАНИЙ**, построенная на утверждении о существовании связей, зависящих от времени. Наличие этих связей приводит к наличию **ДВУЗНАЧНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СИЛЫ** от **СМЕЩЕНИЯ** или **СИЛЫ** от **СКОРОСТИ**, Блестящий анализ природы этого явления дан академиком А.А. Харкевичем в популярной, но очень доброкачественной по научному фундаменту, книге «Автоколебания» (М.: ГИТТЛ, 1954).

Длительное изучение автором термодинамических особенностей **ПРОЦЕССА ЖИЗНИ**, занявшее интервал времени более тридцати лет, позволило более или менее чётко выделить позицию автора на природу динамических систем, изучаемую комплексом наук о **ЖИЗНИ**. Было очень трудно противопоставлять свою позицию блестящим математическим моделям, построенным на принципах динамики голономных систем. С другой стороны, изменение **ХАРАКТЕРА СВЯЗЕЙ**, которое обнаруживается при таком рассмотрении, открывает блестящие перспективы в изучении всего комплекса проблем, связанных с **ПРОЦЕССОМ ЖИЗНИ**. Изменчивость производственных связей между предприятиями в экономических системах, которая возникает при появлении новых продуктов и имеет отношение к «экономическому развитию», является прекрасной моделью развития для описания обмена веществ на уровне клетки, где эти «изменения характера обмена» веществ с трудом поддаются наблюдению.

Устройство аксиоматических систем и проблема физического «словаря»

Блестящий успех группы Н. Бурбаки в создании многотомного труда по аксиоматическому построению современной математики может вдохновить группу физиков-теоретиков на создание подобной конструкции для всей современной физики, т.е. фактически и осуществить программу Д. Гильберта по аксиоматическому построению математической физики.

Устройство любой математической теории, отвлекаясь от несущественных нюансов, можно представить как **КОНСТРУКЦИЮ**, которая состоит из трёх составных частей:

1. Язык теории,
2. Аксиомы теории
3. Правила вывода.

Группа Бурбаки использует в качестве языка для любой

математической теории язык теории множеств. Рассмотрим более подробно конструкцию математического языка. Сам язык любой математической теории можно представить состоящим из трёх составных частей:

1. Алфавит, т.е. список букв и знаков, используемых для написания текста.
2. Словарь, т.е. список слов (термов, терминов), используемых в данной теории, построенный из букв и знаков ранее фиксированного алфавита.
3. Список высказываний или формул (или соотношений, или утверждений), который строится из СЛОВАРЯ данной теории.

Приведённое описание языка показывает, что высказывания (или формулы, или соотношения) любой теории всегда строятся из соответствующего СЛОВАРЯ. Другим словами, любая математическая теория содержит формулы и соотношения, которые определяются её СЛОВАРЁМ.

Традиционный словарь математики не является СЛОВАРЁМ ФИЗИКИ. Это означает, что ещё до фиксации каких-либо утверждений в математической ФИЗИКЕ необходимо определить ТЕРМИНЫ или слова, которые характеризуют именно ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ.

Автором, совместно с Р.О. ди Бартини, предложен СЛОВАРЬ физических величин, опирающийся на кинематическую систему физических величин Р.О. ди Бартини. В обычных курсах физики выделяют так называемую основную или «базовую» систему физических величин, состоящую из понятий: ДЛИНА $[L]$, ВРЕМЯ $[T]$, МАССА $[M]$. В кинематической системе в основную систему входят только ДВА ПОНЯТИЯ: ДЛИНА $[L]$ и ВРЕМЯ $[T]$, с тем отличием, что это «ориентированные» величины. Последнее означает, что имеется ТРИ НЕЗАВИСИМЫХ ДЛИНЫ: $[L_x]$, $[L_y]$, $[L_z]$ и ТРИ НЕЗАВИСИМЫХ ВРЕМЕНИ: $[T_U]$, $[T_V]$, $[T_w]$.

Обратим внимание, что индексы направлений времени не соответствуют индексам направлений у длин, что означает, что репер пространственных осей может быть повернут относительно системы осей времени.

Этой деталью можно на первых шагах пренебречь. Тогда оказывается, что любая физическая величина может быть представлена «брутто-формулой», составленной из целочисленных степеней длины и времени, т.е.

$$[L^R T^S],$$

где R и S — ЦЕЛЫЕ (положительные или отрицательные) ЧИСЛА.

Принимается, что этот СЛОВАРЬ необходим и достаточен для записи ЛЮБОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ.

Используя приведённый выше словарь, любой физический закон сохранения можно представить общей формулой:

$$[L^R T^S] = const.$$

В существующих теориях, которые описывают различные классы физических явлений, РАЗЛИЧИЕ состоит в том, что в различных классах явлений сохраняются РАЗЛИЧНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ из приведённого словаря.

Приведём примеры известных законов сохранения, выраженных через этот словарь.

Например, сохранение величины

$$[L^2 T^{-1}] = const$$

установлено Кеплером в 1609 г., и звучит следующим образом: «Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени заметает равные площади».

Сохранение величины

$$[L^3 T^{-2}] = const$$

установлено Кеплером в 1619 г. и звучит следующим образом: «Отношение куба радиуса планеты к квадрату периода обращения есть величина постоянная».

Размерность величины $[L^3 T^{-2}]$ соответствует размерности массы, что показано Дж.К. Максвеллом в его трактате «Электричество и магнетизм» в 1873 г. (стр. 5). По этой причине произведение массы на скорость, называемое «импульс» выражается формулой:

$$[L^4 T^{-3}] = const,$$

а сохранение этой величины, как закон сохранения импульса, установлен Ньютоном в 1686 г.

Момент количества движения выражается формулой:

$$[L^5 T^{-3}] = const,$$

а сохранение этой величины в движении планет установлено Лапласом в 1800 г., откуда и происходит название «плоскость Лапласа». Наконец, закон сохранения энергии выражается формулой:

$$[L^5 T^{-4}] = const,$$

а сохранение этой величины связано с именами Р. Майера, Джоуля и Г. Гельмгольца.

Хотя здесь и перечислены наиболее известные законы сохранения,

следует отметить ещё один закон сохранения, который использовал Дж.К. Максвелл, не формулируя его в явном виде. Это сохранение величины, выражаемой формулой:

$$[L^5T^{-5}] = const,$$

что нужно было бы читать как принцип или закон сохранения МОЩНОСТИ. Этот принцип использовал Дж.К. Максвелл в 1855 г. в своей работе о фарадеевых силовых линиях.

Мы пока не можем выразить в этих терминах сохранение «чётности», «странности» и других величин, характерных для физики элементарных частиц, но полагаем, что с течением времени эти понятия также найдут своё выражение через приведённый словарь.

Обратим внимание на менее явные «законы сохранения». Закон тяготения Ньютона и законы Кулона могут быть представлены в форме:

$$[L^6T^{-4}] = const,$$

что соответствует квадрату величины массы или заряда.

Кроме того, П. Аппель для описания неголономных систем предложил новую физическую величину, что сразу же бросается в глаза при записи её размерности, названную «энергия ускорений»:

$$[L^5T^{-6}].$$

Эта величина может быть названа «скорость изменения мощности».

Сравнивая историческую последовательность установления физических законов с течением времени, мы видим, что с течением времени растёт модуль суммы показателей степеней в общей формуле, достигая значения 10 для сохранения мощности и законов Ньютона и Кулона, и значения 11 для величины «энергии ускорений» П. Аппеля. Заметим, что сохранение энергии имеет значение 9.

Обратимся к физическим утверждениям с самыми маленькими значениями модуля суммы степеней. Понятие «абсолютно твердого тела» означает в приведённом словаре сохранение величины

$$[L^1T^0] = const.$$

Понятие «несжимаемой жидкости» соответствует сохранению величины

$$[L^3T^0] = const.$$

Мы полагаем, что приведённых примеров достаточно, чтобы показать правила «перевода» словосочетаний, используемых физикой, в выражения предложенного словаря.

Теперь мы можем снова вернуться к конструкции математической теории и выяснить роль ещё двух составных частей — роль системы

аксиом и роль правил вывода в устройстве физических теорий.

Язык любой математической теории совершенно индифферентен относительно того, что ИСТИННО и что ЛОЖНО в физической реальности.

Но язык теории позволяет записать утверждения, которые конструктор той или иной «локальной» физической теории считает ВСЕГДА ПРАВИЛЬНЫМИ. Эти утверждения и образуют фундамент «локальной» физической теории, принимая в интерпретациях вид «законов физики»: «Будем рассматривать движение абсолютно твердого тела», т.е. $[L^1T^0] = const$.

Запись этих утверждений в явном виде исключает факты бесплодных дискуссий, когда противники обсуждают выводы ДВУХ РАЗНЫХ ТЕОРИЙ. Само же различие физических теорий и выражается через принятую систему ИНВАРИАНТОВ, т.е. физических величин, которые сохраняются в выбранной ГРУППЕ ДВИЖЕНИЙ или в выбранной группе преобразований.

Из последних работ по аксиоматическому построению физических теорий следовало бы отметить работы Ю.И. Кулакова и Г.А. Зайцева. Последний в книге «Алгебраические проблемы математической и теоретической физики» (М.: Наука, 1974) пишет:

«Отличие физики от математики заключается в том, что в то время как математика изучает отношения между объектами, отвлекаясь от природы объектов, в физике природа изучаемых объектов определяется на основе наблюдений, и между математическими понятиями и наблюдаемыми явлениями устанавливается приближённое соответствие. В применении к физическим теориям главная идея современной математики может служить исходным пунктом для построения своего рода «теории физических теорий», так как она открывает пути для нахождения того общего, что имеется у различных физических теорий» (стр. 10).

Хотя я полностью согласен с Г.А. Зайцевым в том, что главная идея современной математики может служить исходным пунктом для создания «теории физических теорий», имеется различие в понимании того, как именно это должно быть сделано.

Введённые «ориентированные» элементы длины и времени, т.е. элементы «ортов», снабжаемых скаляром значения величины, позволяют точнее отделять операции скалярного и векторного умножения по отношению к сложным понятиям. Мы не случайно использовали термин «брутто-формулы» размерности. «Нетто-формула» требует указания

ориентации ортов и указания вида умножения. Например, «брутто-формула» для энергии и момента силы записывается одинаково: $[L^5T^{-4}]$. С другой стороны, эти величины не аддитивны, хотя формально их размерность совпадает. Понятие «энергия» образуется скалярным умножением силы на перемещение, а момент силы образуется векторным умножением силы на расстояние до оси вращения.

Отсутствие признаков ориентации для длины и времени приводило к тому, что могущественный инструмент ФИЗИЧЕСКОГО анализа явлений природы «не срабатывал» во многих ситуациях. «Ориентированные длины» уже встречались в работе Г. Хантли «Анализ размерностей» (М.: Мир, 1970). Г. Хантли убедительно показал, что существует очень большое число задач аэро- и гидродинамики, где очень важно различать ориентацию длины, входящей в выражение размерности.

«Ориентированное время» предложено Р.О. ди Бартини и воспринимается несколько необычно. По сути дела, с ориентированным временем мы уже встретились в специальной теории относительности, где мы различаем «продольное» и «поперечное» время. При этом мало кто обращает внимание на исходные посылки построения физической теории. Нельзя на первой странице учебника физики говорить, что ВРЕМЯ — СКАЛЯР с тем, чтобы на 236 стр. говорить, что бывает время «продольное» и бывает время «поперечное». Правильнее сказать так, что в изотропной среде или при отсутствии движения тела можно не учитывать векторной природы времени, но эту векторную природу времени приходится учитывать в более развитых физических теориях. «Временной объём» Р.О. ди Бартини представляет собою смешанное произведение трёх временных ортов и ведет себя как псевдоскаляр, а не как истинный скаляр, т.е. при изменении направления оси меняет знак.

Иначе мы будем видеть и процесс дифференцирования пройденного пути по времени, так как вектор будет дифференцироваться по вектору, давая тензор второго ранга, выражающий понятие «СКОРОСТЬ». Известно, что дифференцирование по скаляру не приводит к новым понятиям, а дифференцирование по вектору ИЗМЕНЯЕТ РАНГ ТЕНЗОРА. Тензоры различного ранга не суммируемы, но никто из физиков не скажет, что «смещение» представляющей точки и «скорость» точки — это одно и то же физическое понятие.

Ориентированное время подготавливает нас к восприятию не только многомерных пространств, а к восприятию «многомерного времени» —

весьма полезной абстракции, которая играет двойственную роль по отношению к многомерным «линейным пространствам». Мы вдруг узнаём в «сопряжённом пространстве» — двойственное многомерное временное пространство, которое через метрический тензор «2-СКОРОСТИ» ставит в соответствие собственным временам собственное положение частиц в пространстве.

Это «многомерное время» весьма трудно узнать в спектральных представлениях, когда динамическая система представляется через спектр. Динамическая система представляется «материальной точкой» в многомерном пространстве; двойственным представлением этой же самой системы является система N волновых функций, локализованных в одном и том же объёме. Мне хотелось сказать — система N волновых функций, локализованных в одном и том же «месте». Первому описанию соответствует «много мест» (или координат) в одно и то же время, а второму описанию — «множество времён» в одном и том же месте. Это множество времён соответствует множеству «скоростей», так как соответствие «места» и «времени» устанавливается с помощью понятия «скорость».

Отметим ещё особую роль последнего — третьего компонента теории — правил вывода. Формально — это правила преобразования одного соотношения в другое, которое «эквивалентно» первому.

Такие понятия как «эквивалентно» или «равно» в физических теориях вводятся иначе, чем в математике. Математически «эквивалентно» соответствует тому, что два соотношения тождественны до каждой буквы написания. Правила вывода ВСЕГДА содержат РАЗЛИЧНЫЕ (по написанию букв) СЛОВА, которые объявляются эквивалентными.

Мы покажем несколько правил вывода:

1. $1 + 1 = 0$
2. $1 + 1 = 1$
3. $1 + 1 = 2$

Приведённые три правила вывода не могут использоваться внутри одной и той же теории, но каждое из трёх приведённых правил вывода используется в РАЗЛИЧНЫХ теориях.

Физическое содержание, которое представляется каждым правилом вывода, лучше всего выясняется при использовании систем координат. Отделяя в правилах вывода левую часть равенства от правой части, можно сказать, что «слева» и «справа» от знака равенства записан «один и тот же объект», а различие в его написании вызвано тем, что

выражение «слева» от знака равенства — это «координаты» объекта в одной системе координат, а выражение «справа» — это «координаты» того же объекта в другой системе координат.

Физический смысл утверждения «один и тот же объект» соответствует в описании физических явлений «одна и та же физическая величина», где одна и та же включает в себя «имя величины», т.е. размерность физической величины, и её «численное значение».

Заключение

Вступление физики в область описания явлений ЖИЗНИ диктуется всем ходом развития науки. Бурные «биофизические» дискуссии, как показывает сама ЖИЗНЬ, являются следствием того, что вместо установления адекватной математической схемы, нужной для описания новой области, используются те математические схемы, которые были хороши для других классов явлений. Иногда, вместо того, чтобы осмотреться и посмотреть в богатом арсенале математики подходящий инструмент, чаще всего используется тот инструмент, которому «меня лично» хорошо обучили.

Само собою разумеется, что описание устройства математических теорий прекрасно известно всем современным математикам. С другой стороны, слишком часто в биофизических дискуссиях используется выражение: «Это строго доказано математически». Я нисколько не сомневаюсь, что доказанное математически — доказано строго, но всегда хочу видеть систему аксиом и правил вывода, с помощью которых «это доказано».

С этой целью, ради шутки, я и привёл три правила вывода, так как ответ на вопрос: «Сколько будет дважды два?» — слишком сложен; лучше поискать ответ на вопрос: «Сколько будет один плюс один?».

Тридцать лет изучения явлений ЖИЗНИ меня кое-чему научили, и мне не хотелось бы, чтобы люди, которые моложе меня, повторяли мои ошибки.

Кузнецов П.Г.

Еще раз о втором законе термодинамики и «тепловой смерти» Вселенной³⁵

Дискуссия на страницах «Журнала экспериментальной и теоретической физики» [1, 2, 3], дискуссия на страницах журнала «Биохимия» [4], разноречивые высказывания физиков по поводу второго закона термодинамики ясно показывают, что проблема не разрешена. Неверным является утверждение некоторых авторов, что это «ложная» проблема. Так, проф. Путилов пишет:

«Примером может служить проблема так называемой «тепловой смерти» мира. Этой проблеме было уделено немало внимания и философами, и физиками, несмотря на то, что сама постановка этой проблемы в корне ошибочна» [5].

Сомнительно, чтобы Энгельс уделял «ложной» проблеме так много внимания. Больше того, Энгельс писал:

«Вопрос будет окончательно решён лишь в том случае, если будет показано, каким образом излучённая в мировое пространство теплота становится снова ИСПОЛЬЗУЕМОЙ. Учение о превращении движения ставит этот вопрос в абсолютной форме, и от него нельзя отделаться при помощи негодных отсрочек векселей и увиливанием от ответа...

...Вопрос о том, что делается с потерянной как будто бы теплотой, поставлен, так сказать, в чистом виде лишь с 1867 г. (Клаузиус). Неудивительно, что он ещё не решён: возможно, что пройдёт ещё немало времени, пока мы своими скромными средствами добьёмся решения его. Но он будет решён...» [5].

Сопоставляя высказывания Энгельса и проф. Путилова, мы видим, что заявление последнего и есть ни что иное как «увиливание от ответа».

В этом отношении попытка Я.П. Терлецкого найти решение вопроса, указав на «пространственные границы» применимости второго закона — является попыткой найти решение и является шагом вперёд по отношению к точке зрения проф. Путилова. Если Путилов не желает видеть во втором законе открытого вопроса и не хочет признать, что вопрос этот не решён, то, тем самым, он пытается задержать решение вопроса, нарушая основы диалектического материализма.

³⁵ Текст публикуется согласно рукописи 1955 г. Публикуется впервые.

«Диалектический материализм — писал Ленин, — ясно ставит на вид нерешённым вопрос и тем самым стимулирует его решение».

Это положение диалектического материализма нельзя забывать ни в одной области естествознания: только чёткое отграничение известного от неизвестного, без злоупотребления «научной терминологией» стимулирует дальнейшее развитие науки.

Может быть не следовало высказывать столь резких замечаний в адрес проф. Путилова, но проф. Путилов не одинок, и данное высказывание относится ко всем путиловым.

Отмеченный шаг вперёд у проф. Терлецкого, тем не менее, является ничем иным как «негодной отсрочкой векселя». Непонятно, почему проф. Терлецкий не желает отвечать на вопрос так, как требует этого решения Энгельс. Неужели нет в природе процессов, в которых «теплота становится снова ИСПОЛЬЗУЕМОЙ»?

Создавшееся на сегодня положение в физике с решением вопроса о границах применения второго закона термодинамики можно объяснить лишь тем, что наши учёные не пожелали считаться с единственно правильным путём решения данной проблемы, указанным Энгельсом. Что может быть яснее пути, о котором писал Энгельс: «Мы приходим, таким образом, к выводу, что излучённая в мировое пространство теплота должна... превратиться в другую форму движения, в которой она может снова сосредоточиться и начать активно функционировать» [5].

Если мы сможем сказать, что такая форма движения материи существует — вопрос будет решён. Именно в такой форме решение вопроса и было направлено мною в адрес отдела науки ЦК КПСС и в адрес Президента АН СССР.

На письмо, адресованное в отдел науки ЦК КПСС, ответил учёный секретарь Астрономического совета АН СССР В.С. Сафронов³⁶, а на письмо к Президенту — Бардинская из института биохимии им. Баха АН СССР.

Я считаю, что именно этой формой движения материи, в которой сосредотачивается теплота и из которой, в виде человеческого труда, эта теплота начинает вновь активно функционировать, является **ОРГАНИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ**.

Это решение является прямым ответом на вопросы, завещанные Энгельсом (в цитированных высказываниях).

³⁶ Этот ответ и последующие письма П.Г. Кузнецова приводятся в настоящем томе, см. Приложение 1 — *прим. сост. Е.Б. Попова*.

Однако, это решение вопроса некоторые мои оппоненты не могут связать со вторым законом термодинамики.

Так, например, В.С. Сафронов считает это утверждение равноценным утверждению о превращении «теплоты в клетку».

Так, утверждают, что они «доказали» ложность «антимичуринской теории эндотермичности образования органических соединений» (сделав исключение «только» для фотосинтеза).

С ноября месяца 1947 года по ноябрь 1955 года мне пришлось собирать доказательства правильности этого вывода. Для всестороннего изложения этого вопроса у меня, в настоящее время, нет никакой возможности. Однако, учитывая, что зарубежные противники диалектического материализма до настоящего времени исходя из «тепловой смерти» опровергают марксизм — считаю необходимым изложить основные положения этого вывода.

а) Самое общее решение вопроса.

Если границы применимости второго закона таковы же, как и границы применимости первого закона термодинамики, то мы вправе их распространять на равную область явлений.

Закон сохранения энергии (точнее закон, утверждающий, что движение не исчезает и не возникает из ничего) мы можем распространить на Вселенную, пренебрегая бесконечностью последней. Первый закон остаётся верным и в этом случае.

Попытка распространить действие второго закона на Вселенную приводит к выводу о «тепловой смерти». С точки зрения диалектического материализма, то только с этой философской точки зрения, мы можем сделать вывод, что область применимости второго закона значительно уже, чем область применения первого закона термодинамики.

Этот вывод верен с точки зрения марксизма, однако, он не обязателен для идеалиста и не обязателен для учёного вообще не разбирающегося в философских вопросах.

Большинство философских работ, посвящённых второму закону, считает на этом проблему решённой. Энгельс же не ограничился этой философской критикой, а указал, что рано или поздно будут обнаружены, такие явления природы, которые при всём желании не удастся засунуть в прокрустово ложе второго закона.

Действительно, если в природе будут обнаружены процессы и явления, не подчиняющиеся второму закону термодинамики, то, тем самым, будет отвергнут вывод о «тепловой смерти» и показана научно-познавательная ценность марксизма.

Вывод о «тепловой смерти» делается несостоятельным, если будет обнаружен хотя бы один процесс, не подчиняющийся второму закону, ибо этот вывод верен только в том случае, если второй закон не имеет исключений.

Научно-познавательная ценность марксизма будет показана тем, что, ещё не имея экспериментальных данных, Энгельс сумел предсказать существование процесса (или формы движения), который и был обнаружен.

Нужно только желание, чтобы убедиться в гениальности предвидения Энгельса. Нужно только внимательно присмотреться к тем процессам, в которых «теплота становится снова ИСПОЛЬЗУЕМОЙ». Может быть трудно будет установить всех учёных, которые видели, что таким процессом является органическая жизнь.

Наиболее полный список учёных, высказывавших эту мысль в более или менее ясной форме, мы находим у акад. В.И. Вернадского в «Очерках геохимии», где этому вопросу посвящён целый параграф:

«Энергия живого вещества и принцип Карно.

...История идей, относящихся к энергетике жизни, взятой в рамках космоса, указывает на почти непрерывный ряд мыслителей, учёных и философов, приходивших более или менее независимо к одним и тем же идеям, но не углублявших поставленных ими проблем. Кажется, будто давно уже царила благоприятная современным идеям атмосфера. Мы находим краткие, но совершенно ясные указания, мысли и факты на энергетическое отличие живого и мёртвого — уже в трудах основателей термодинамики — у Р. Майера, В. Томсона (лорда Кельвина), Г. Гельмгольца. Эти указания не были поняты и оценены. Уже позже и самостоятельно, рано умерший С.А. Подолинский понял всё значение этих идей и старался их приложить к изучению экономических явлений. Эти идеи играют большую роль в концепциях философов, в философии Г. Бергсона в особенности.

Но мне кажется, что дублинский профессор Д. Джолли наиболее полно первый (*ошибка, см. Тимирязева — П.К.*) установил особый энергетический характер ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА — совокупности живых организмов, — как противоположного КОСНОЙ материи, и несколько раз выводил из этого положения важные следствия. С той поры к этому не раз возвращались независимо от него и в XX в. Эти идеи всё больше проникают в нашу науку, хотя они ещё не приобрели необходимой устойчивости и не внедрились в наши представления о мире.

Геохимическая история углерода, неизбежно теснейшим образом связанная с живым веществом, приводит к иному энергетическому аспекту биогеохимических явлений по сравнению с геохимическими явлениями, вне влияния жизни происходящими.

Природные явления, выраженные энергетически, обыкновенно сводятся к принципу Карно. Мы знаем, что они всегда связаны с деградацией энергии: количество свободной энергии, способной производить работу, падает с каждым природным явлением. Энергия рассеивается в виде тепла — энтропия мира, как говорил Клаузиус, увеличивается, и уровень тепла выравнивается. Если мир имеет границу, если совокупность природных явлений конечна, — из этого должен воспоследовать конец мира — уравнивание энергии, которое не позволяет проявиться никакому природному явлению, связанному с энергией. Долгое время эти выводы считались достоверными следствиями, законом природы; не находили исключений из этого правила, приведшего к важным научным открытиям. Философская идея о конце мира вместе с тем соответствовала глубоким человеческим настроениям, идеальным антропоморфическим представлениям о природе. И до сих пор ценность и общность принципа Карно очень разно оценивается учёными и философами. К уточнению этой оценки всё больше приводит нас эволюция современной научной мысли. Перед ней вскрывается здесь кажущееся свободным новое поле математических и философских построений, ибо глубоко меняется наше представление О СООТНОШЕНИИ МЕЖДУ МАТЕРИЕЙ И ЭНЕРГИЕЙ.

Не только резко, коренным образом изменилось наше понимание материи. Давно отошла в прошлое материя не только С. Карно (1824), но и Р. Клаузиуса (1854). Само представление об энергии под влиянием эмпирических обобщений начинает меняться; ход и последствия этого изменения нами в нужной мере ещё не могут быть даже представлены. Принцип Карно неизбежно получит новое понимание. Проявления жизни являются эмпирическим фактом, с трудом входящим в рамки других природных явлений в аспекте принципа Карно. Уменьшение энергии, её рассеяние в виде тепла не имеет места в жизни такой, какой мы её понимаем зелёных хлорофилльных растений или автотрофных микробов, взятых в природном аспекте, т.е. неразрывно от биосферы.

Наоборот, в силу факта существования этих организмов количество свободной энергии, способной производить работу, очевидным образом увеличивается к концу их жизни в окружающей природе, в конце концов с ходом геологического времени. Свободный кислород, изготавливаемый

зелёными растениями, каменный уголь, образующийся из их остатков, органические соединения их тел, питающие животных, движения и другие физические и химические проявления, очень различные и многочисленные, представляют выявления новой деятельности энергии, не сопровождаемой никоим образом деградацией исходной лучистой энергии Солнца. Эта энергия перешла в такую форму, которая создаёт организм, обладающих потенциальным бессмертием, не уменьшающим, а увеличивающим действенную энергию исходного солнечного луча. Физиологи, изучающие отдельно взятый — вне среды — организм животных, особенно высших, не считали себя обязанными делать эти выводы (*Вернадский не знал (!) о работах Тимирязева — П.К.*). Однако мир животных существует лишь за счёт зелёного растительного живого вещества и отдельно существовать не может. И если бы зелёные растения погибли, он неминуемо должен был бы разделить их судьбу. Это одно нераздельное явление природы.

Мир животных сам по себе не представляет жизни. Животный организм рассеивает внутри своей физиологической машины энергию, накопленную зелёными хлорофиллсодержащими организмами. Но вся совокупность животных, особенно цивилизованное человечество, по-видимому, соответствует тем же энергетическим проявлениям, которые столь характерны для зелёных растений. Во всей совокупности животные и растения, вся живая природы представляет природное явление, противоречащее в своём эффекте в биосфере принципу Карно в его обычной формулировке. Обыкновенно в земной коре в результате жизни и всех её проявлений ПРОИСХОДИТ УВЕЛИЧЕНИЕ ДЕЙСТВЕННОЙ ЭНЕРГИИ...

Если обратить внимание на всю биогеохимическую работу, производимую живыми организмами, от них неотделимую и ими создаваемую за счёт захватываемой ими энергии, мы видим, что создаётся этим путём сложный, единый комплекс самодовлеющих организмов, активная энергия которых при одной и той же исходной, непрерывной, но не увеличивающейся энергии Солнца — увеличивается. Она увеличивается в ходе геологического времени. Это увеличение активной энергии сказывается хотя бы в увеличении сознательности и в росте влияния в биосфере, в геохимических процессах единого комплекса жизни. Одно создание, медленно шедшее в геологическом времени, такой геологической силы, какой является для нашей психозойской эры цивилизованное человечество, ясно это показывает...

...Воздействие жизни на биосферу увеличивается при единообразном притоке действенной (солнечной) энергии. Живое вещество её накапливает и создаёт, а не рассеивает. То же сказывается и в расширении и углублении геохимических функций жизни в ходе геологического времени, во всё большем и большем разнообразии морфологических форм её, очевидно, неизбежно связанном с расширением химического разнообразия...

В явлениях биосферы, в силу существования жизни, энтропия Вселенной должны была бы уменьшаться, а не увеличиваться. Это эмпирическое обобщение вызвало новые спекуляции. Немецкий физик Ф. Ауэрбах увидел в нём выражение нового принципа, противоречащего энтропии. Он назвал его эктропией. Он и другие исследователи старались вывести из него космогонические следствия.

Ничто, однако, не заставляет нас делать новые гипотезы... Энтропия Клаузиуса не имеет реального существования: это не факт бытия, это математическое выражение, полезное и нужное, когда оно даёт возможность выражать природные явления на математическом языке. Оно верно только в пределах посылок. Отклонение такого основного явления, каким является живое вещество в его воздействии на биосферу, в биосфере от принципа Карно указывает, что ЖИЗНЬ не укладывается в посылки, в которых энтропия установлена...

...Сейчас происходит как раз в этом направлении работа мысли физиков, которая указывает на возможность именно такого объяснения энергетической особенности явлений жизни в биосфере — неподчинения её здесь принципу Карно».

Вставка:

- 1) Тимирязев.
- 2) Ферсман (Анри).
- 3) Шрёдингер.
- 4) Энгельс и «определение» жизни.
- 5) Маркс: «Философы объясняли мир, а задача заключалась в том, чтобы переделать его».
- 6) Вернадский, Избранные сочинения, Т. I, АН СССР, 1954.

Кузнецов П.Г.

Противоречие между первым и вторым законами термодинамики³⁷

Неудачные попытки изобретения вечного двигателя привели к установлению одного из фундаментальных законов природы — закона сохранения энергии. Этот закон иногда называют первым законом или первым принципом термодинамики. Мысль о неуничтожимости и несотворимости движения была высказана Декартом за триста лет до установления данного закона. Это не случайный факт: философское мышление зачастую опережает естественнонаучные факты. Самый закон сохранения энергии был установлен в результате работ Р. Майера и Дж. Джоуля в 1842–1848 гг. В результате опытов Джоуля было установлено, что при превращении 426,9 килограмметра энергии механического движения образуется одна большая калория тепла. Это количественное соотношение позволило установить связь между тепловой и механической энергией. К этому же времени оказалось возможным установить соответствующие эквиваленты превращения одних форм движения в другие формы. Таким образом, философское положение о неуничтожимости и несотворимости движения было доказано в середине прошлого столетия.

Однако неуничтожимость движения следует понимать не только в количественном смысле, но также и в качественном. Уже в 1860 г. было установлено, что не все формы движения могут полностью превращаться: так, например, очень легко превратить механическое движение в теплоту, однако обратное превращение теплоты в механическую работу осуществляется с большим трудом. Количественно переход теплоты в работу дается уравнением Карно

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}, \quad (1)$$

где T_1 означает температуру нагревателя, T_2 — температуру холодильника и η — коэффициент полезного действия. Коэффициент полезного действия будет равен единице, если температура холодильника равна абсолютному нулю. Однако в условиях земной поверхности тепловые машины имеют температуру холодильника,

³⁷ Текст публикуется согласно изданию: Известия АН Эстонской ССР. Серия технических и физико-математических наук: Том VIII, №3 / 1959. — С. 194-206.

равную средней температуре атмосферы земли, т. е. около 300°K . Если принять температуру пара равной 400°K , то по приведенной формуле Карно (1) коэффициент действия такой тепловой машины будет равен:

$$\eta = \frac{400 - 300}{400} = 0,25.$$

Приведенный расчет показывает, что только одна четвертая часть тепловой энергии, заключающейся в паре, может быть превращена в механическую работу. Остальная же часть тепловой энергии оказывается «неработоспособной». В силу отмеченного факта происходит непрерывное превращение полезной энергии (механической, электрической, химической и т.п.) в теплоту и общее количество действенной энергии непрерывно уменьшается. Это явление «деградации» энергии и составляет содержание второго закона термодинамики.

На основании этого закона целым рядом ученых делались выводы о тепловой смерти Вселенной. Несостоятельность этих выводов была показана еще Ф. Энгельсом на основе чисто философских соображений. Он показал, что качественное уничтожение движения противоречит закону сохранения энергии. Следует заметить, что вывод о тепловой смерти Вселенной до сих пор используется идеалистами для борьбы против материализма (работы иезуита Г. Веттера и др.).

Отметив наличие противоречия между первым и вторым законами термодинамики, попытаемся проанализировать указанное противоречие.

История второго закона термодинамики

Как было отмечено в начале этой работы, второй закон термодинамики связан с уравнением Карно. Однако уравнение Карно было известно еще за 24 года до открытия закона сохранения энергии. В то время существовала теория теплорода, считавшая теплоту невесомым флюидом (жидкостью). Согласно этой теории, коэффициент полезного действия тепловых машин определялся гидростатической аналогией между падением воды и падением теплорода. Так, один килограмм воды, падая с высоты в десять метров, может совершить работу в десять килограммометров. Этот же килограмм воды, падая с высоты в сто метров, может совершить работу в сто килограммометров. Аналогично этому, падение теплорода от более высокой к более низкой температуре является причиной возникновения механической энергии. Расчеты, выполняемые по уравнению Карно для тепловых машин, всегда оправдывались, однако само это уравнение было выведено из

предположения, что количество теплорода не изменяется. Установление факта, что теплота расходуется на выполнение работы, поставило под сомнение правильность уравнения Карно. Для сохранения справедливости теоремы Карно в новой теории теплоты потребовалось введение нового постулата, утверждавшего, что теплота может самопроизвольно переходить от более высокой к менее высокой температуре. Томсоном (Кельвином) были установлены абсолютный нуль и абсолютная шкала температур. Новый постулат был принят и вошел в науку на том основании, что не было фактов и явлений, ему противоречащих.

Проведенный Энгельсом анализ этого постулата позволил ему сделать вывод о существовании в природе процессов концентрации тепловой энергии, идущих вразрез с постулатом Томсона-Клаузиуса.

Обработка диаграммы Карно, выполненная Клаузиусом, привела к возникновению понятия энтропии: dQ

$$S = \int \frac{dQ}{T}, \quad (2)$$

где S — энтропия, dQ — дифференциал количества теплоты и T — абсолютная температура.

Четкого физического содержания энтропия не имеет, однако Ауэрбах дает такое образное представление о ней. Если принять общее количество энергии за изображенную полосу —



то она может быть разделена на две части: на энтропическую и эктропическую. Энтропическая часть, по Ауэрбаху, представляет собою ту часть общей энергии, которая не может быть превращена в полезную работу, а эктропическая часть — это та часть общей энергии, которая может быть превращена в полезную работу. По второму закону термодинамики, величина энтропии в уравнении (2) в каждом природном явлении может быть либо равна нулю, либо быть величиной больше нуля. Из этого следует, что энтропическая часть в общем количестве энергии с течением времени непрерывно растет. Поэтому второй закон термодинамики иногда называют законом возрастания или увеличения энтропии. На том основании, что с течением времени эктропическая

часть может исчезнуть, и делается вывод о тепловой смерти Вселенной. Вся энергия сохраняется, но не остается ни одного эрга ее, который может быть использован для механического движения. Имеется наглядный пример, иллюстрирующий это положение.

Бесчисленные звезды испускают колоссальное количество тепла в мировое пространство. С течением времени предполагается равномерное распределение теплоты во всем мировом пространстве. Так как возможность получения работы связана с наличием разности температур (по уравнению Карно), то в условиях отсутствия разности температур преобразование теплоты в работу произойти не может.

Именно поэтому Энгельс и настаивал на существовании в природе процессов, в результате которых излученная в мировое пространство теплота должна иметь возможность снова сосредоточиться и начать активно функционировать. Поиски такого рода процессов являются закономерными с точки зрения диалектического материализма.

В 1878 г. Больцманом было показано, что значение интеграла Клаузиуса в уравнении (2), т.е. величина энтропии, может быть вычислена путем использования методов математической статистики. Доказанная Больцманом *H*-теорема долгое время оспаривалась Пуанкаре и Цермелло, но совпадение результатов вычислений привело к признанию больцмановского расчета и понятия энтропии. Энтропия, по Больцману, пропорциональна логарифму вероятности. С этого момента второй закон термодинамики получил новую, вероятностную интерпретацию. В этой вероятностной интерпретации постулат второго закона термодинамики получил мнимое доказательство. Действительно, давно известно, что ни один постулат (а второй закон термодинамики является постулатом) нельзя доказать, а в данном случае получено доказательство постулата. Кажущееся доказательство второго закона термодинамики основано на введении гипотезы элементарного беспорядка. Уже Планком было замечено, что введение этой гипотезы позволяет однозначно определять значение макроскопических величин и одновременно даёт основание для справедливости второго закона термодинамики. Широкое применение термодинамики блестяще подтверждало гипотезу элементарного беспорядка и привело к возникновению представления о вероятностной Вселенной. Представление о вероятностной Вселенной эквивалентно гипотезе элементарного беспорядка. Тем не менее некоторые адепты этой теории забывают о необходимости доказательства гипотезы элементарного беспорядка. Вероятностная Вселенная постулирована так же, как и сам

второй закон термодинамики. Вопрос обоснования статистики еще ждет своего решения. Именно в нем и заключается выяснение соотношения между статистическими и динамическими закономерностями современной физики.

Таким образом, в настоящее время выражение «второй закон термодинамики» включает в себя два понятия: с одной стороны — это постулат Томсона-Клаузиуса, с другой стороны — это положение, вытекающее из гипотезы элементарного беспорядка. Разрешение противоречия между первым и вторым законами термодинамики следует искать, в соответствии с высказыванием Энгельса, в процессах, в результате которых излученная в мировое пространство теплота получает возможность снова сосредоточиться и начать активно функционировать. Эти «антиэнтропийные», по выражению Циолковского, процессы представляют исключительный интерес для человечества. Овладение этими процессами обещает человечеству «горы хлеба и бездну могущества» (Циолковский). Мысли Циолковского, высказанные им в этой области, стали широко известными лишь в недавнее время, благодаря замечательной книге И.И. Гвая [4].

На основании изложенного выше мы обращаемся к анализу природных явлений, стремясь выделить те из них, которые носят антиэнтропийный характер. В соответствии с двумя трактовками второго начала термодинамики, к ним будут относиться процессы, в результате которых излученная в мировое пространство теплота становится снова используемой (против постулата Томсона-Клаузиуса), либо процессы, характеризующиеся отрицательной энтропией, противоречащие гипотезе элементарного беспорядка. Как те, так и другие процессы известны уже давно, однако не подвергались анализу с позиций противоречия между первым и вторым законами термодинамики. Кроме того, мы остановимся на втором законе термодинамики как на законе, определяющем эволюцию неживой природы.

Процессы концентрации лучистой энергии как род антиэнтропийных явлений

Указывая на возможность превращения теплоты в работу, целый ряд авторов называет процессы такого рода. К ним относятся флуктуации плотности газа в атмосфере (обуславливающие голубой цвет неба), броуновское движение, фотосинтез в зеленых растениях и др. Однако ни флуктуации плотности газа в атмосфере, ни броуновское движение не могут быть источниками механической работы, в то время как в результате фотосинтеза лучистая энергия накапливается и становится

снова используемой. Обращаясь к анализу уже известных форм движения, мы видим, что существование такой формы движения, как органическая жизнь, целиком обуславливается накоплением лучистой энергии в процессе фотосинтеза в зеленых растениях. Сравнивая этот факт с указанием Энгельса о существовании формы движения материи, в которой излученная в мировое пространство теплота получает снова возможность сосредоточиться и начать активно функционировать, мы видим, что органическая жизнь обладает упомянутым свойством. На этот факт противоречия между законом рассеяния энергии (иное название второго закона термодинамики) и эволюцией органической жизни обращали внимание Н.А. Умов, К.А. Тимирязев, В. Анри, В.И. Вернадский, А.Е. Ферсман, И.И. Гвай, В.Ф. Голосов, П.К. Ощепков, В.В. Ефимов и др.

Так, например, Н.А. Умов в своей речи на XI Съезде русских естествоиспытателей и врачей 20-30 декабря 1901 г. предлагал ввести третий закон термодинамики, противоположный второму закону, — закон, определяющий развитие живой природы. В своих дальнейших работах Н.А. Умов неоднократно возвращался к этому вопросу.

К.А. Тимирязев в замечательной крунианской лекции, прочитанной в 1903 г. в Лондоне, очень подробно останавливается на процессе фотосинтеза, указывая, что фотосинтез является процессом усвоения солнечного света. Более того, он указывает, что функция хлорофилла лежит в пограничной области между двумя великими обобщениями прошлого века, между учением о рассеянии энергии и учением Дарвина. Эти слова Тимирязева не совсем правильно были поняты некоторыми советскими биохимиками, считавшими, что К.А. Тимирязев не знал второго закона термодинамики. Приведенное высказывание К.А. Тимирязева, как правильно отмечает А.А. Ничипорович, связывается с мыслями Тимирязева о космической роли растений и о хлорофилловом зерне как своеобразном центре в мировом пространстве, где лучистая энергия получает возможность снова сосредоточиться. Именно хлорофилловое зерно процессом фотосинтеза связывает как причину и следствие рассеивающуюся в мировом пространстве лучистую энергию (второй закон термодинамики) и органическую жизнь (закон эволюции Дарвина).

Еще более четко эта же мысль была выражена в работах академика В.И. Вернадского. Анализируя геохимическую историю земной коры, В.И. Вернадский использовал для объяснения геохимической истории второй закон термодинамики. Все процессы, не

затронутые явлениями жизни, т.е. эволюция неживой природы, строго подчиняются второму закону термодинамики. Однако анализ геологических формаций, видоизмененных биологическими явлениями, привел академика Вернадского к выводу о неприменимости принципа Карно к биосфере, т.е. ко всей совокупности живого вещества на поверхности нашей планеты. «Во всей совокупности животные и растения, вся живая природа представляет природное явление, противоречащее в своем эффекте, в биосфере, принципу Карно в его обычной формулировке. Обыкновенно в земной коре в результате жизни и всех ее проявлений происходит увеличение действительной энергии.

...Ничто, однако, не заставляет нас делать новые гипотезы. Энтропия Клаузиуса не имеет реального существования; это не факт бытия, это математическое выражение, полезное и нужное, когда оно дает возможность выражать природные явления на математическом языке. Оно верно только в пределах своих посылок. Отклонение такого основного явления, каким является живое вещество в его воздействии на биосферу, в биосфере от принципа Карно указывает, что жизнь не укладывается в. посылки, в которых энтропия установлена» [2].

Приведенное высказывание Вернадского совершенно четко указывает на явления жизни как противоречащие второму закону термодинамики. Не имея возможности в данной работе остановиться подробнее на механизме, обеспечивающем превращение лучистой энергии в скрытую химическую энергию, мы можем отметить, что именно он является одним из путей, по которому излученная в мировое пространство теплота получает возможность снова сосредоточиться.

Это направление научного исследования приведет человечество к освоению антиэнтропийных явлений. В связи с этим исключительный интерес представляют работы по радиационной теории катализа, ибо в ней причиной катализа является лучистая энергия, т.е. причина и самого фотосинтеза.

Процессы упорядоченности и стройности как процессы с отрицательной энтропией

Попытки применения статистической термодинамики к биологии привели к понятию отрицательной энтропии. Так, Э. Шредингер в своей работе «Что такое жизнь с точки зрения физики» пишет: «Каждый процесс, явление, событие — назовите это как хотите, — короче говоря, все, что происходит в природе, означает увеличение энтропии в той части мира, где это происходит. Так и живой организм непрерывно увеличивает свою энтропию — или, говоря иначе, производит

положительную энтропию и таким образом приближается к опасному состоянию максимальной энтропии, которое представляет собою смерть. Он может избегнуть этого состояния, т.е. остаться живым только путем постоянного извлечения из окружающей его среды отрицательной энтропии, которая представляет собой нечто весьма положительное, как мы сейчас увидим. Отрицательная энтропия — вот то, чем организм питается. Или, чтобы выразить это менее парадоксально, существенно в метаболизме то, что организму удастся освободить себя от всей той энтропии, которую он вынужден производить, пока он жив.

...Для растений собственным мощным источником отрицательной энтропии» служит, конечно, солнечный свет» [1].

Приведенное высказывание Шредингера связывает рассеянную лучистую энергию с понятием отрицательной энтропии.

Каков же физический смысл понятия «отрицательная энтропия»?

Во-первых, она ничем не отличается от энтропии Ауэрбаха и, таким образом, не является новым понятием. Однако способ, которым Шредингер вводит это понятие, заставляет желать лучшего. Шредингер формально вводит величину

$$-S = k \log \frac{1}{W}, \quad (3)$$

где $-S$ — отрицательная энтропия, W — вероятность.

Общее же содержание отрицательной энтропий говорит о степени невероятности этого процесса. Исходя из представления о вероятностной Вселенной, т.е. признавая гипотезу элементарного беспорядка, Шредингер вынужден постулировать новую причину, наводящую порядок в хаосе Вселенной. Эта причина отождествляется с вмешательством сверхъестественных сил, т.е. бога. Таким образом, забывая, что беспорядочность не является законом природы, Шредингер вынужден придумывать новые причины. Элементарно ясно, что живой организм, обладающий определенным анатомическим строением, не является системой, удовлетворяющей гипотезе элементарного беспорядка. На этом основании можно утверждать, что парадоксальное возникновение отрицательной энтропии связано с применением математического аппарата за пределами посылок, для которых он предназначен.

Тем не менее, применение этого математического аппарата и понятия отрицательной энтропии, или негэнтропии, оказалось весьма плодотворным в кибернетике. Характерно, что отрицательная энтропия

всегда оказывается связанной с биологическими явлениями. Так, например, Н. Винер в своей работе «Кибернетика и общество» пишет: «...при рассмотрении таких ограниченных процессов, как рост дерева или человеческого существа, которые прямо или косвенно зависят от излучения солнца, громадное уменьшение энтропии в отдельных местах может быть связано с совершенно умеренной передачей энергии. Таков один из основных фактов биологии, и в частности, теории фотосинтеза, или такого химического процесса, благодаря которому растение получает возможность использовать солнечные лучи для образования крахмала и других необходимых для жизни сложных химических веществ из воды и атмосферного углекислого газа.

Таким образом, вопрос о том, толковать ли второй закон термодинамики пессимистически, зависит от того значения, которое мы придаем Вселенной в целом, с одной стороны, и находящимся в ней местным островкам уменьшающейся энтропии — с другой. Запомним, что мы сами составляем такой островок уменьшающейся энтропии и живем среди других таких островков. В результате обычное перспективное различие между ближайшим и отдаленным заставляет нас придавать гораздо большее значение областям уменьшающейся энтропии и возрастающего порядка, чем Вселенной во всем ее объеме» [4].

Машины и механизмы, теория которых рассматривается в кибернетике, не являются самостоятельными природными образованиями, они созданы человеком. Именно поэтому они в той или иной мере моделируют определенные функции человеческого организма. Сказанное относится в равной степени как к паровой машине, так и к современным электронным вычислительным машинам. По этой причине все они являются аналогами, более или менее грубыми, живого организма. Многочисленные попытки объяснения жизненных функций организмов по аналогии с машинами и механизмами страдают тем недостатком, что не учитывают еще неиспользованное в технике многообразие жизненных функций, механизм которых еще не раскрыт физиологией, биохимией, биофизикой и другими биологическими науками. С другой стороны, сами машины и механизмы уже включены в сферу жизни, хотя это и не жизнь индивидуального организма, а жизнь общественная. Тем не менее, общим как для машин и механизмов, так и для живых организмов является выполнение определенных антиэнтропийных функций.

Все вышеизложенное с достаточной ясностью показывает, что первоначальное понятие энтропии в вероятностной интерпретации

претерпело значительное изменение. Если энтропия Клаузиуса могла быть либо существенно положительной величиной, либо равной нулю, то в настоящее время получило права гражданства понятие отрицательной энтропии, по духу противоположное понятию энтропии Клаузиуса. Этот факт еще не был достаточно оценен даже такими крупными специалистами, как Э. Шредингер и Н. Винер. Тем не менее факт этот подтверждает правильность гениального утверждения Энгельса. Только раскрытие механизма концентрации лучистой энергии позволит выяснить физический смысл отрицательной энтропии. В настоящее время это понятие выражает не более, как невозможность применения гипотезы элементарного беспорядка к живым организмам.

***О втором законе термодинамики
как законе эволюции неживой природы***

Когда мы говорим о развитии неживой природы, то самым обыденным фактом этого развития считаем геологическую историю Земли. Изменения земной поверхности, медленно совершающиеся во времени, определяются историческими законами. В этом случае мы говорим об исторических законах геологического развития на основании уже известных законов физики и химии. Геохимия, как наука об историческом развитии земной коры, использует второй закон термодинамики как закон исторического развития. Так, очевидно, что со временем, благодаря воздействию ветра, влаги, углекислого газа, солнечных лучей, горы постепенно разрушаются и каменные осыпи, спускающиеся с гор, являются частным случаем выравнивания уровней земных масс. Расплавленная магма, излившаяся на поверхность земли, самопроизвольно охлаждается. В условиях земной атмосферы, весьма богатой кислородом, металлы окисляются, давая окислы, составляющие большинство руд. Все это — проявление второго закона термодинамики. Однако историю имеют не только земная кора, но и атомы химических элементов. Ядерные реакции непрерывно изменяют соотношение между химическими элементами во Вселенной, приводя к образованию наиболее устойчивых ядер. Общий закон ядерной эволюции также определяется вторым законом термодинамики.

Следует заметить, что мысль о том, что природа имеет действительную историю во времени, высказывалась классиками марксизма еще до возникновения таких наук, как геохимия и химия ядра. В настоящее время можно считать установленным, что синтез ядер химических элементов осуществляется в природе из нейтронов. Поэтому мы можем считать нейтроны исторически наиболее древними из

природных образований. Мы можем говорить о времени, когда в природе еще не существовало атомов химических элементов, а материя имела нейтронное и еще неизвестное нам донейтронное строение. Распад нейтронов на протоны и электроны является синтезом ядер простейшего химического элемента — водорода. Захват ядрами водорода нейтронов приводит к возникновению дейтерия и трития (тяжелого и сверхтяжелого водорода). Захват нейтрона тритием приводит к возникновению следующего химического элемента — гелия. Процесс дифференциации материи от нейтронного к ядерному строению является причиной выделения ядерных излучений в мировое пространство. Данное выражение отличается от обычно приводимых тем, что причиной выделения энергии в пространство мы считаем исторический процесс развития материи. Выделяющееся излучение представляет собой следствие этого исторического процесса развития материи. После возникновения голых ядер химических элементов становится возможным процесс приобретения голыми ядрами электронных оболочек. Этот процесс также сопровождается выделением лучистой энергии в мировое пространство. Видимое излучение звезд и вызвано дифференциацией материи от ядерного к атомарному строению. Таким образом, рассеиваемая звездами в мировое пространство лучистая энергия является следствием формирования нормальных атомов в атмосфере звезд. Если процесс образования атомов в атмосфере звезд закончится, то звезда не будет нами восприниматься как раскаленное тело. Поэтому мы считаем, что вместо утверждения, что под влиянием высоких температур атомы теряют электронные оболочки в атмосферах звезд, следует говорить, что ядра химических элементов, составляющие звезду, в процессе исторического развития еще не дошли до атомарного строения. Процесс образования химических соединений из атомов в газах, жидкостях и твердых телах также сопровождается выделением лучистой энергии в мировое пространство. Само собой разумеется, что последние процессы могут протекать лишь в небесных телах, где материя отдифференцировалась до атомарного строения. Типичным примером такого тела являются Земля и другие планеты Солнечной системы. Как мы видели, внешним проявлением исторического процесса развития материи является выделение лучистой энергии в мировое пространство. Это внешнее проявление процесса дифференциации материи было обнаружено наукой и послужило поводом к установлению второго закона термодинамики, означавшего в первоначальной формулировке лишь закон рассеяния энергии.

Анализируя причины выделения лучистой энергии в мировое пространство, мы можем утверждать, что под действием лучистой энергии на атомно-молекулярные постройки небесных тел типа Земли могут происходить обратные изменения. Однако эти изменения в атомномолекулярных постройках вещества происходят не сами, а под воздействием лучистой энергии, приходящей извне. Вероятность процессов такого рода растет со временем, ибо со временем становится все больше и больше атомно-молекулярных построек — с одной стороны, и растет плотность лучистой энергии в мировом пространстве — с другой. Процессы такого рода противоположны общему направлению эволюции неживой природы, в силу чего они должны обладать качественным своеобразием.

Эволюция живой природы как один из антиэнтропийных процессов

Биологию определяют как науку о законах движения организованной живой материи. Возникает вопрос, имеет ли живая материя свои особенные законы движения или биология является частью физики и химии. Мы считаем, что в основе живой материи, так же, как и в основе неживой материи, должен лежать закон, определяющий историческое развитие живой материи, т.е. ее эволюцию. В настоящее время в науке распространены три точки зрения на основной закон биологии.

Первая точка зрения, приводящая к механицизму, является проявлением непонимания роли лучистой энергии в процессе развития жизни. Экстраполяция второго закона термодинамики с процессов развития неживой природы делает непонятным увеличение свободной действенной энергии живого вещества относительно веществ неживой природы. Правда, многие процессы, протекающие в живых организмах, сопровождаются возрастанием энтропии и уменьшением свободной энергии. Однако эти процессы могут протекать лишь в силу того, что фотосинтез накапливает необходимую для этих процессов свободную химическую энергию. Эта экстраполяция второго закона термодинамики на биологические явления вынуждает исключить фотосинтез из разряда биологических явлений. Между тем, именно в этом энергетическом отличии живых организмов, образующих биосферу, от процессов неживой природы заключается большая часть качественного своеобразия живого вещества. Прямой перенос второго закона термодинамики в область биологии порождает механицизм.

Вторая точка зрения, приводящая к витализму, состоит в том, что, признавая энергетическое отличие живого вещества от веществ неживой

природы, вместо объяснения причин возникновения этого энергетического отличия виталисты вводят мнимую причину жизни, чаще всего сверхъестественную: жизненную силу, энтелехию, богов и т.п. Так, например, Шредингер вынужден ввести мнимую причину, превращающую хаос неживой природы в упорядоченное строение живых тел. Эта точка зрения, как не дающая ничего для научного объяснения биологических явлений, не представляет интереса для положительного исследования.

Единственно правильной является третья точка зрения, согласно которой историческое развитие неживой природы во времени приводит к образованию исторических предпосылок возникновения жизни. Вещественной предпосылкой биологических явлений служит возникновение атомно-молекулярных построек вещества. Движущей силой, преобразующей атомно-молекулярные постройки неорганических веществ в живое вещество, является выделяющаяся в процессе исторического развития природы лучистая энергия. Возникновение живого вещества и эволюция жизни представляют собой вынужденный процесс, с необходимостью возникающий под действием лучистой энергии. Лучистая энергия в биологических явлениях выступает не как деградировавшая, обесцененная энергия, а как активная движущая сила всей биологической эволюции. Качественное своеобразие биологических явлений и объясняется антиэнтропийным характером эволюции живого вещества.

Интересной попыткой создания общей теории биологических явлений с использованием принципа «устойчивого неравновесия» является работа советского ученого Э.С. Бауэра «Теоретическая биология» [5]. В этой работе Э.С. Бауэр показывает отличие принципа устойчивого неравновесия от принципа Лешателье, рассматриваемого им как одно из следствий второго закона термодинамики. По этому поводу Бауэр пишет: «Между двумя принципами — принципом Лешателье и установленным нами основным биологическим принципом — имеется, таким образом, внешнее сходство, заключающееся в том, что оба они содержат общее указание, в каком направлении будет происходить реакция, т.е. изменение состояния системы при каком-либо изменении состояния окружающей среды. Кроме того, оба принципа говорят, что изменение состояния системы направлено в некотором смысле против изменения состояния окружающей среды. Физический смысл в обоих случаях, однако, совершенно различен и не имеет друг к другу никакого отношения. Несмотря на это, иногда считают, что между этими двумя

принципами имеется что-то общее, и что поведение живых систем при изменении состояния окружающей среды следовало бы выводить непосредственно из принципа Лешателье.

Эта ошибочная аналогия так же, как и аналогия динамического равновесия, влечет за собой нежелательные последствия, так как она физически неправильна и приводит к ошибочным, не соответствующим фактам заключениям. Чтобы это понять, надо иметь в виду следующее. Принцип Лешателье относится к системам, находящимся в равновесии, и изменение состояния, т.е. реакция системы, которую требует принцип при изменении окружающей среды, ведет именно к ожидаемому при данной окружающей среде равновесию, иначе говоря, принцип указывает, при каком именно направлении реакции при данной новой окружающей среде наступит равновесие.

Наш принцип относится к системам, не находящимся в равновесии, и изменение состояния, иначе — реакция систем, которую наш принцип требует при изменении окружающей среды, состоит в работе против ожидаемого при данной окружающей среде равновесия, следовательно, именно против того изменения, которого следовало бы ожидать по принципу

Лешателье, если бы система находилась в равновесии» [5, С. 51-52].

Далее Э.С. Бауэр отмечает: «Лишь в том случае, если мы будем постоянно помнить об этих особых законах, об особом состоянии и строении живых систем, мы сможем понять процесс обмена веществ и застрахуем себя от ошибок при применении законов термодинамики» [5, С. 59]. Учитывая, что работа Э.С. Бауэра была выполнена в 1935 г., когда второй закон термодинамики ни у кого не вызывал сомнения, мы не можем найти у него прямых высказываний, отвергающих этот закон. Сам же принцип «устойчивого неравновесия», как видно из содержания всей работы Бауэра, является своеобразным антиэнтропийным постулатом. Подтвержденный почти во всех разделах биологии, он представляет собою действительный закон эволюции живой природы. Этот же принцип логически приводит к показанному на большом количестве экспериментального материала принципу увеличения внешней работы, т.е. к доказательству того, что живые организмы по мере эволюции оказывают на окружающую среду все более активное воздействие. Высшим проявлением последнего принципа является человеческая деятельность, превратившаяся в самый активный геохимический фактор в космосе. «Земля — колыбель человечества. Но

нельзя же всю жизнь провести в колыбели» — эти слова Циолковского звучат с новой силой в наш век освоения космического пространства. Прогрессивное развитие человечества и выход его в космос — таков закон развития органической жизни, подготовленный всей палеонтологической эволюцией.

Если выход человека в космическое пространство может быть обеспечен с развитием ракетной техники в течение ближайших десяти-двадцати лет, то для активного выхода человечества в космос должна быть решена проблема промышленного синтеза продуктов питания. Решение этой проблемы избавит людей от рабской зависимости от урожая полей и поголовья скота.

Хлорофилловый аппарат растений обладает коэффициентом полезного действия порядка 0,1–3%. За тысячелетия существования сельскохозяйственного производства этот коэффициент полезного действия почти не изменился. Тем не менее сельскохозяйственное производство по своей структуре, как отмечал академик В.Р. Вильямс, почти не отличается от промышленного производства. Действующая энергия подводится в виде кинетической энергии солнечных лучей, а хлорофилловый аппарат напоминает машину, преобразующую минеральные вещества почвы с помощью солнечного света в продукты питания. Однако несмотря на то, что данная аналогия имеет глубокий смысл, мы до сих пор не знаем механизма превращения лучистой энергии в скрытую энергию продуктов питания.

Перспективы создания промышленности продуктов питания

Последние работы в области фотосинтеза с помощью ультрафиолетовых лучей показывают реальную возможность разрешения основной проблемы фотосинтеза. Фотосинтезу, как и всякому другому роду синтеза, соответствует анализ. Этого анализа мы до сих пор не имеем, т.е. не имеем спектрального состава хемилюминесцентного излучения, являющегося прямой противоположностью фотосинтеза.

Еще в 1924 г. советским ученым Гурвичем было обнаружено ультрафиолетовое излучение с длинами волн 1900–2400 Å (нижняя граница не точна, ибо область волн короче 1900 Å не пропускалась кварцевой оптикой). Эти лучи стимулировали клеточное деление, в силу чего и получили название митогенетических лучей. Последующими работами Г.М. Франка были получены спектры хемилюминесцентного излучения целого ряда важных биохимических реакций. Аналогичные работы были проведены французским ученым Одюбером. Однако названные работы не получили должной оценки, хотя именно они

являются ключевыми для решения проблемы фотосинтеза. Эта мысль может быть иллюстрирована следующим примером. Возьмем одну из простейших реакций — взаимодействие атомарного натрия с атомарным хлором. Это взаимодействие можно представить в виде трех стадий.



На первой стадии атом натрия под действием света с частотой ν_1 в явлении фотоэффекта теряет электрон и превращается в ион натрия.

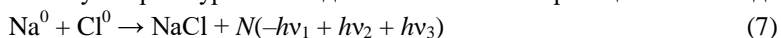


На второй стадии атом хлора захватывает потерянный атомом натрия электрон и превращается в ион хлора, выделяя при этом квант энергии с частотой ν_2 , равной энергии «сродства» электрона к атому хлора.



Ион натрия соединяется с ионом хлора и образует молекулу хлористого натрия, выделяя при этом квант энергии с частотой ν_3 , равной энергии связи иона хлора с ионом натрия.

Записанные нами уравнения химических реакций отличаются от принятого написания учетом квантов энергии, принимающих участие в реакции. Без учета этих квантов энергии описание реакции будет неполным. Суммарное уравнение данной химической реакции имеет вид



и почти подобно термохимическому уравнению.



Однако вместо члена Q в уравнении (8) мы получаем это же значение в виде $N(-h\nu_1 + h\nu_2 + h\nu_3)$ в уравнении (7). Уравнение (7) является более полным, ибо оно позволяет указать условия протекания обратной реакции. Действительно, облучая хлористый натрий светом частоты ν_3 , мы вызываем сдвиг фотохимического равновесия в левую часть уравнения (6). Облучая полученные продукты светом частоты ν_2 , мы вызываем сдвиг фотохимического равновесия в левую часть уравнения (5). Наличие в системе свободных электронов обеспечивает самопроизвольное течение реакции по уравнению (4) с излучением света частоты ν_1 . Излучение с частотой ν_2 и ν_3 и является хемилюминесцентным излучением. Знание частот хемилюминесцентного излучения (определение которых сопряжено с большим числом экспериментальных трудностей) позволит овладеть процессом фотосинтеза. Фотохимическая активность только одной частоты, определенной для каждой химической реакции, прямо вытекает из теории Эйнштейна и радиационной теории катализа. Попытки

проверки радиационной теории катализа, основанные на расчете фотохимически активных частот из энергии активации, являлись научно не обоснованными. Величина энергии активации, определяемая экспериментально с большой погрешностью и подверженная резким изменениям в зависимости от условий постановки опыта, не могла использоваться для расчета фотохимически активных частот. Только создание хемилюминесцентного спектрального анализа позволит подойти к решению проблемы фотосинтеза.

Между прочим, энергия активации по уравнению (4) приобретает четкий физический смысл. Кажущееся изменение энергии активации в катализе вызывается повышением плотности радиации с частотой ν_1 в сфере реакции.

Описанная реакция между натрием и хлором может быть изображена в виде схемы 1.

На этой схеме, внешне напоминающей принятые схемы химических реакций, изображены все стадии описанной реакции. Однако отличие схемы 1 от схемы 2 сводится к тому, что вместо энергии активации каждая стадия схемы 1 представляет собой процесс изменения заряда микросистемы.

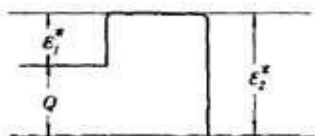


Схема 1

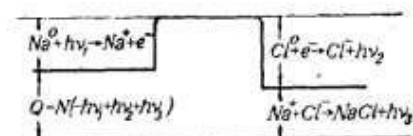


Схема 2.

Для понимания роли лучистой энергии в химических эндотермических реакциях мы введем некоторые новые понятия.

Для определения многих величин в химии часто пользуются отрицательным логарифмом концентрации. Примером такой величины является рН — отрицательный логарифм концентрации водородных ионов. Показатель рН, равный единице, означает, что в литре раствора находится примерно $6,06 \times 10^{22}$ ионов водорода, т.е. 0,1 грамм-молекулы.

Для определения концентрации химически активных молекул, т.е. молекул, претерпевших фотоэффект или термоэффект в сфере реакции, мы введем величину рI. Величина рI, равная 23, означает, что 6 молекул на грамм-молекулу претерпели названные изменения; соответственно величина рI, равная 20, означает, что 6060 молекул на грамм-молекулу претерпели фото- или термоэффект.

Число молекул, претерпевших термо- или фотодиссоциацию, определится из распределения Больцмана:

$$dN = N \cdot e^{-\frac{E_D}{RT}}, \quad (9)$$

где dN — доля молекул, претерпевших термо- или фотоэффект или термо- фотодиссоциацию; N — общее число молекул; e — основание натуральных логарифмов; E_D — энергия диссоциации или фотоэффекта; R — газовая постоянная; T — абсолютная температура.

Это уравнение можно представить в виде:

$$\frac{dN}{N} = e^{-\frac{h\nu_D}{kT}} \quad (10)$$

где h — постоянная Планка, ν_D — частота фотоэффекта или фотодиссоциации, k — постоянная Больцмана.

Остальные обозначения те же, что и в уравнении (9).

Отрицательный логарифм величины $\frac{dN}{N}$, обозначенной нами pI , будет равен:

$$pI = \frac{h\nu_D}{kT} = \frac{h\nu_D}{k} \frac{1}{T} \quad (11)$$

Полученную зависимость величины pI от $1/T$ можно изобразить графически (см. схему 3).

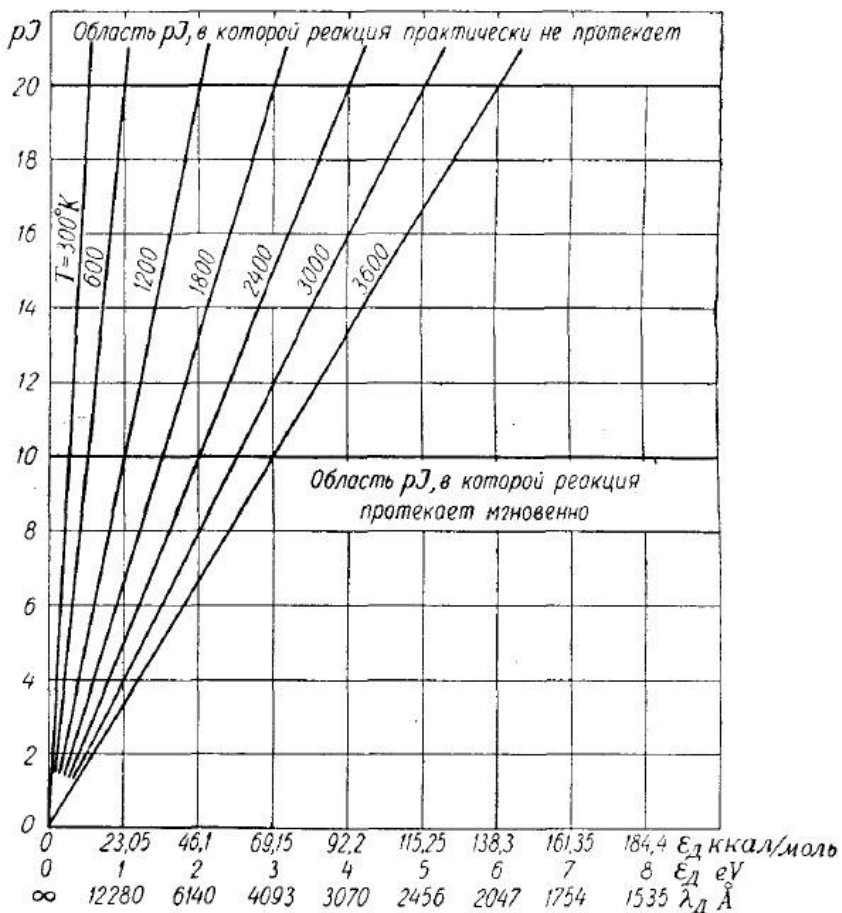


Схема 3.

На схеме 3 по оси ординат отложены значения rI . По оси абсцисс отложены значения «энергии активации» (в смысле фото- и термодиссоциации) и соответствующие этим энергиям активации, т.е. работы разрыва химической связи в электронвольтах, а также длины волн фотонов, сообщаящих молекуле энергию, равную работе разрыва химической связи. Как установлено на основании экспериментальных данных, для протекания химических реакций необходимо значение rI не выше 20, что и отмечено горизонтальной линией. Выше этой линии находится область значений rI , при которых реакция практически не идет. При значениях rI ниже 12-10 реакция протекает мгновенно, со взрывом. Радиальные линии, идущие из начала координат, дают значения

pI для разных температур и разных энергий «активации». Как видно из приведенной схемы, значение pI , обеспечивающее протекание реакции, зависит от температуры и для энергии активации порядка 115 килокалорий на моль достигает нужного значения лишь при температурах выше 3000°K . Для температур порядка 300°K значение pI для этой реакции равно 200, т.е. можно считать достоверным, исходя из распределения Больцмана (и гипотезы элементарного беспорядка), что энергетический барьер непреодолим, и реакция протекать не может. Однако взглянув на нижнюю шкалу λ_d , мы можем сказать, что при одновременном (постоянном) поглощении $6 \cdot 10^4$ фотонов с длиной волны примерно 2456 \AA реакция делается возможной. Учитывая, что рекомбинация завершается через 10^{-8} секунды, можно утверждать, что световой поток из $6 \cdot 10^{12}$ фотонов в секунду и выше с длиной волны, равной или короче 2456 \AA , поглощаемый грамм-молекулой вещества, обеспечивает протекание термодинамически невероятной реакции.

Получение эффектов такого рода находится в противоречии со вторым законом термодинамики, ибо второй закон, исходя из гипотезы элементарного беспорядка, предусматривает отклонение в значениях энергии у отдельных молекул от среднего как функцию ошибок. При воздействии на систему излучением с определенной длиной волны мы изменяем распределение энергии между молекулами таким образом, который никак не предусмотрен законом вероятностей.

Однако освоение фотохимических процессов еще требует больших усилий ученых разных специальностей. Тем не менее, эта задача будет решена, и человечество получит способ промышленного синтеза продуктов питания.

Литература

1. И.И. Гвай. Циолковский о круговороте энергии. Изд. АН СССР, М., 1957.
2. В.И. Вернадский. Избранные сочинения, т. I. Изд. АН СССР, 1954, стр. 218-223.
3. Э. Шредингер. Что такое жизнь с точки зрения физики. Изд. иностр. лит., М., 1947, стр. 102-106.
4. Н. Винер. Кибернетика и общество. Изд. иностр. лит., М., 1958, стр. 51-52.
5. Э.С. Бауэр. Теоретическая биология. ВИЭМ, 1935.

Кузнецов П.Г.

**Сила в механике и обобщенные силы термодинамики
необратимых процессов³⁸**

«Если движение переходит с одного тела на другое, то в нём — поскольку оно передаётся и активно, можно видеть причину движения, поскольку последнее передано и пассивно. Это активное движение мы называем СИЛОЙ, а пассивное — ПРОЯВЛЕНИЕМ СИЛЫ».

Ф. Энгельс, «Анти-Дюринг».

Возникновение представления о силе

На основании опыта повседневной жизни человек обнаружил, что причина, обуславливающая изменения положения тел в пространстве или их формы, связана с деятельностью самого человека. Это активное воздействие человека на тела окружающей природы и было обозначено как **ДЕЙСТВИЕ СИЛЫ**. Само собою разумеется, что на ранних ступенях своего развития человек словом *сила* «объяснял» наблюдаемые изменения. Первым способом измерения силы, т.е. первые представления о мере были связаны с **РАССТОЯНИЕМ**. Простейшим примером такого рода является бросок камня или бросок копья — человек, совершающий бросок на большее расстояние, очевидно, более сильный.

Если изменения в окружающей природе происходили без непосредственного вмешательства человека, то можно говорить о «силах природы», подразумевая под силами природы **ПРИЧИНУ НАБЛЮДАЕМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ**.

Этот способ объяснения явлений природы через силы сохранил своё значение в науке до настоящего времени. И в настоящее время мы говорим о ядерных силах, электромагнитных силах и пр.

По поводу такого способа объяснения природы ещё в 1878 г. Энгельс писал:

«Что касается Гегеля, то он во многих отношениях стоял гораздо выше своих современников-эмпириков, объяснявших все непонятные явления тем, что в основу их клали какую-нибудь силу — движущую, плавательную, электрическую, силу сопротивления и т.д. — или, где это не подходило, какое-нибудь неизвестное вещество — световое, тепловое,

³⁸ Текст публикуется согласно рукописи 1969 г. Публикуется впервые.

электрическое и т.п. Мнимые вещества теперь уже почти устранены, но спекуляции с силами, с которыми боролся Гегель, всё ещё иногда проявляются, как, например, в инсбрукской речи Гельмгольца в 1869 г.».

Не подлежит ни малейшему сомнению, что желание излагать физику без использования понятия *сила* появляется у многих физиков. Наиболее яркой попыткой изложения физики, не используя представление о силах, была попытка Г. Герца. Однако эти попытки не привели к положительному результату. Наибольшие трудности встречаются с определением «сил трения», которые не желают входить ни в одну разумную систему физических понятий.

Однако силы трения не являются единственным препятствием к системе физических понятий, не опирающихся на понятие *сила*. Очень сложно обстоит вопрос с понятием времени. Наиболее ярко понятие времени вошло, не будучи заранее введённым, в термостатику.

Тем не менее, понятие *сила* прочно вошло в современное естествознание, являясь фундаментальным понятием физики. Так, например, понятие ПОЛЯ мы вводим, опираясь уже на понятие СИЛА. Действительно, ПОЛЯ вводятся в физику как области пространства, в которых на пробное тело действует сила.

В настоящей работе в качестве эпиграфа мы использовали слова Энгельса, в которых содержится объяснение этого сложного понятия современной науки.

Человек как источник «силы»

Наши представления о мире основаны в первую очередь на собственном опыте. Если автор настоящей статьи, так же, как и любой другой человек, возьмёт груз весом один килограмм и поднимет на полочку на высоту в один метр, то он совершит работу, равную одному килограммометру.

О результатах этого опыта можно рассказать по-разному.

Во-первых, мы рассмотрели совпадение названного действия с определением Энгельса: энергия груза в результате его подъёма увеличилась на один килограммометр. Энергия человека, которых совершил эту работу, уменьшилась на один килограммометр.

Таким образом, переход движения с одного тела на другое и был переходом энергии от тела *человек* к телу *груз*. Этот активный переход энергии от системы *человек* к системе *груз* мы называем силой. Полученная грузом энергия есть проявление действия силы. В этом пункте наших рассуждений обратим внимание на немаловажное обстоятельство: процесс подъёма груза совершался ВО ВРЕМЕНИ.

Полная энергия, переданная от системы *человек* к системе *груз*, может быть представлена как сумма элементарных порций энергии, передававшихся в элементарные отрезки времени. Эта производная от ПЕРЕДАВАЕМОЙ ЭНЕРГИИ по времени имеет наименование МОЩНОСТЬ.

В свете изложенного выше становится понятным, почему первой единицей МОЩНОСТИ была ЛОШАДИНАЯ СИЛА.

Проведённое нами рассмотрение показывает, что целый ряд явлений природы, в которых мы усматриваем действие сил, может получить разумное объяснение, если мы будем считать, что тела испытывают ДЕЙСТВИЕ от ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ. Поглощение энергии из потока приводит к увеличению энергии тела, поглощающего эту энергию. Это увеличение энергии мы считаем РЕЗУЛЬТАТОМ действия СИЛЫ.

Нетрудно видеть, что обратный процесс, процесс УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГИИ некоторого тела, также можно рассматривать как действие ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ СИЛЫ. Вероятно, название отрицательной силы является весьма неудобным, но его физический смысл весьма прост: данное тело является ИСТОЧНИКОМ для возникающего потока энергии, а тело, которое поглощает энергию потока, является СТОКОМ.

Всё изложенное выше переводит нас в область понятий теории поля, где каждая из сил имеет смысл ДЕЙСТВИТЕЛЬНО СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОТОКА. Поскольку потоки имеют направление, то все потоки являются величинами векторными, знак их определяется выбранной системой отсчёта. Однако, когда мы указываем направление ПОТОКА, то мы, одновременно, указываем НАПРАВЛЕНИЕ ХОДА ВРЕМЕНИ. Действительно, если мы утверждаем, что поток энергии направлен от системы один к системе два, то тем самым мы утверждаем, что энергия системы один УБЫВАЕТ ВО ВРЕМЕНИ.

Измеряя энергию системы один через определённые промежутки времени, мы получаем энергию этой системы, как монотонную убывающую функцию времени. Представим себе, что результатом наших наблюдений явилось монотонное УВЕЛИЧЕНИЕ ЭНЕРГИИ системы один. Поскольку указанным направлением перехода мы указывали ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ХОД ВРЕМЕНИ, то теперь наши наблюдения над системой приводят нас к выводу, что наблюдаемая система имеет ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ХОД ВРЕМЕНИ.

Наконец, рассмотрим случай, когда для названной системы один, с указанным направлением потока мы обнаруживаем, что энергия системы

один НЕ ЗАВИСИТ ОТ ВРЕМЕНИ. Это случай РАВНОВЕСИЯ. Поскольку система продолжает существовать во времени, то мы можем наблюдать такое положение в том случае, когда понятие НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕХОДА потеряло смысл, т.е. уходящий поток энергии равен потоку приходящему к наблюдаемой системе извне. В этом случае теряет смысл указание о ПРЕОБЛАДАНИИ какого-либо потока. Понятие РАВНОВЕСИЯ, как ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПОТОКОВ, включает ВРЕМЯ. Это включение времени в РАВНОВЕСНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАТИКИ вошло без нашего желания, что и доставило массу неприятностей исследователям этой области.

Всё изложенное выше является анализом понятия СИЛА, при котором мы установили, что человек, на языке современной физики, может быть назван ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ИСТОЧНИКОМ МОЩНОСТИ, а не источником СИЛЫ.

Можно ли построить физику без понятия «СИЛА»?

Как упоминалось выше, попытка построить систему физических понятий без силы не привела к положительному результату. Причиной неудач явилось ОТСУТСТВИЕ ВРЕМЕНИ, как наиболее важной характеристики в системе основных понятий. Проведённый анализ понятия *сила* показывает, что такая попытка может быть более успешной, если использовать в качестве исходного понятия — понятие МОЩНОСТИ.

Это понятие включает в себя много «простых» характеристик — время, энергия, пространство. Впрочем, понятия *энергия* является не во всех случаях удобным.

Понятие МОЩНОСТЬ указывает на ДВИЖЕНИЕ, которое осуществляется во времени и пространстве. Это движение является ПОТОКОМ, т.е. состоит из каких-то НОСИТЕЛЕЙ (носитель имеет телесное существование). Наиболее серьёзным возражением против системы физических понятий, основанных на понятии мощности, может служить то обстоятельство, что получить из ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ картину ПОКОЯЩИХСЯ ТЕЛ И ПРЕДМЕТОВ довольно трудно, но что можно сделать, если действительная жизнь природы именно такова?

В настоящее время существует тенденция к созданию общей теории поля. Можно ли найти в природе пример источника поля, для которого система понятий физики может быть выведена из понятия МОЩНОСТЬ? Нам представляется возможным использовать для такого построения теории поля реальное поле, создаваемое фотонным газом нашего Солнца.

Источником поля в этой модели является Солнце. Можно допустить, что оно излучает равномерно по всей поверхности. Определим **МОЩНОСТЬ ИСТОЧНИКА** нашего поля. Очевидно, что мощность источника равна полной мощности потока энергии, пересекающего поверхность сферы за единицу времени. Мощность источника оказалась эквивалентом понятия **ЗАРЯДА** в теории электростатического поля.

Учитывая, что мощность излучения Солнца можно считать постоянной в измеримые промежутки времени, найдём число, характеризующее наше стационарное поле в некоторой точке пространства. Опираясь на понятие мощности, мы можем выбрать в качестве такого числа мощность, которая приходится на квадратный элемент поверхности, расположенной перпендикулярно потоку. Это число имеет постоянное значение на сфере постоянного радиуса. Поверхность постоянного радиуса в однородной среде оказывается поверхностью равного потенциала, или эквипотенциальной поверхностью. Это число, в силу сферической симметрии рассматриваемого поля, является функцией расстояния от источника, т.е. меняется обратно пропорционально расстоянию от источника поля.

Полученный нами физический смысл **ПОТЕНЦИАЛА** оказался связанным с понятием потока энергии через единицу поверхности. Напомним, что в стационарном поле можно отвлечься от **ВРЕМЕНИ** и считать объёмную плотность энергии пропорциональной численному значению мощности. При желании нетрудно убедиться, что исключением времени мы приходим к очень точной характеристике **СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ**.

Однако наша модель позволяет продвинуться дальше, чем это даёт классическая теория поля. Представим себе, что мощность, приходящая на единицу поверхности, мы рассматриваем как сумму энергий **НОСИТЕЛЕЙ-фотонов**. В этом случае **ПОТЕНЦИАЛ** как понятие **МОЩНОСТИ** распадается в **СПЕКТР**, т.е. **ОДНО ЧИСЛО** — полное значение мощности можно рассматривать как **ФУНКЦИОНАЛ** от множества функций — элементарных потоков квантов данной частоты, проходящих через сечение в количестве, определяемом одним из натуральных чисел.

Потенциально поле можно рассматривать как **СУПЕРПОЗИЦИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПОЛЕЙ**, образованных **МОНОХРОМАТИЧЕСКИМИ ПОТОКАМИ ФОТОНОВ**. Число полей, суперпозицией которых является рассмотренное выше потенциальное поле, равно числу частот. Это указывает, что задание поля через **ФУНКЦИОНАЛ МОЩНОСТИ**

является возможным в качестве первого приближения. Для точного задания суперпозиции полей нам необходимо было бы записать численное значение мощности каждого из монохроматических потоков, т.е. написать систему уравнений с числом составляющих, равным числу частот в спектре.

В настоящее время физика не даёт такого описания для произвольного поля, а для поля фотонного газа Солнца даёт разложение на монохроматические составляющие через известную формулу Планка. Очевидно, что современная физика может использовать свой аппарат лишь в том случае, если распределение в спектре подчиняется закону планка. Все остальные случаи относятся к «неравновесным» и прямому анализу не поддаются.

Проблема пробного тела

Представим себе, что мы хотим воспользоваться формулой Планка для определения спектра излучения некоторого источника поля. Формула Планка нами может использоваться в том случае, если нам известна ПОЛНАЯ МОЩНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ. Возникает вопрос: можно ли принципиально измерить ПОЛНУЮ МОЩНОСТЬ ПОТОКА?

Ответ очевиден: нет. Причина отрицательного ответа заключается в том, что отсутствует физический детектор, который поглощает ВЕСЬ СПЕКТР. Каждый реальный детектор «прозрачен» в определённой области. По этой причине любой детектор излучает, как и поглощает, только некоторую долю общего потока. По этой причине результат измерения потока будет зависеть от свойства использованного детектора. Анализ детектирования, т.е. получение сведений о протекании явлений в природе, сделался предметом серьёзного изучения только с появлением теории информации. Приведённый выше парадокс о невозможности использовать детектор для измерения интегрального потока, вообще говоря, НЕ ПОЗВОЛЯЕТ ПРИМЕНЯТЬ формулу Планка, ибо распределение частот в спектре задано при УСЛОВИИ, что полный поток ИЗВЕСТЕН.

Приведём ещё несколько примеров экспериментального определения потоков, где сказывается названным выше парадокс измерения.

Термометр — это прибор, который указывает полное значение потока. Правда, в некоторых случаях принимают, что само понятие *температура* применимо лишь к системам, которые находятся в равновесии. Как было показано выше, это приводит к понятию стационарного поля, и мы можем считать энергию в элементе объёма

функций полного значения потока. Взаимодействие потока с термометром осуществляется в пределах полосы частот, соответствующих спектру поглощения термометра. Если измерение температуры выполняется термометром с другой полосой частот, то результат может отличаться от результата, полученного первым термометром. Очевидно, что наиболее «простые» понятия, к которым все привыкли, по мере изучения природы начинают обнаруживать свою сложность.

Вторым термометрическим прибором, которым мы измеряем температуру, можно назвать кристаллы ЛАЗЕРА. Там обнаруживаются так называемые отрицательные абсолютные температуры. Очевидно, если этот кристалл находится в поле излучения, подчиняющегося закону Планка, то населённость верхнего уровня весьма мала. Не увеличивая ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОТОКА, мы увеличиваем поток МОНОХРОМАТИЧЕСКИЙ, который изменяет населённость верхнего уровня. Обращаясь к планковскому распределению, мы обнаруживаем, что у такой системы ИЗМЕНИЛОСЬ НАПРАВЛЕНИЕ ПОТОКА ЭНЕРГИИ, т.е. ЭФФЕКТ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ХОДА ВРЕМЕНИ. Положительный ход времени через равновесные системы задавался направлением возрастания энтропии. Убывание энтропии, соответствующее отрицательному ходу времени, требует изменения знака для температуры. По этой причине мы и получили отрицательные абсолютные температуры. Это нетрудно видеть из формулы, дающей определение температуры и энтропии:

$$dS = dQ / T$$

где dS — дифференциал энтропии,
 dQ — дифференциал энергии,
 T — абсолютная температура.

Изменение знака производной от энтропии по температуре и приводит к понятию абсолютных отрицательных температур.

Обобщённые силы термодинамики необратимых процессов

Избирательность поглощения энергии пробными телами приводит к представлению о плане сил, как представлению о суперпозиции монохроматических потоков, т.е. различных сил столько, сколько разных частот необходимо принять в рассмотрение для понимания физико-химических изменений в наблюдаемой системе. На основании изложенного выше мы устанавливаем, что обобщённая сила оказывает действие в том случае, если она соответствует полосе поглощения одного из тел или одной из фаз анализируемой системы. Однако не исключено наличие общих полос поглощения для различных фаз. В этом случае

поток распределяется между фазами в соответствии с коэффициентами Онзагера.

Физический смысл обобщённых сил термодинамики необратимых процессов теперь можно считать очевидным, а переход системы в равновесное состояние естественно связан с понятием ДИНАМИЧЕСКОГО равновесия, в котором все термодинамические потенциалы ПОСТОЯННЫ, но ни один из них не достигает МАКСИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ.

Настоящая работа не претендует на создание современной физической теории поля, но облегчает рассмотрение физико-химических процессов в биологических системах, т.е. в случаях, где наиболее широко применяются ОБОБЩЁННЫЕ СИЛЫ.

Заключение

Проведён анализ понятия *сила*. Показано, что этим термином обозначается переход энергии от одной системы к другой. Для перехода энергии от одной системы к другой во времени современная физика предложила и широко использует понятие МОЩНОСТИ. Использование понятия мощности позволяет получить все результаты без использования понятия *сила*.

Обобщенные силы термодинамики необратимых процессов и представляют собою потоки энергии. Их действие проявляется при наличии совпадения спектра поглощения с частотой монохроматического потока.

Показана возможность использования понятия *мощность* для создания теории ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО и БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛЯ.

Кузнецов П.Г.

Универсальный язык для формального описания физических законов³⁹

Эффективность средств массовой коммуникации тем выше, чем более унифицированы и чем более однозначно интерпретируемы понятия, которые представлены знаками систем массовой коммуникации.

В этом отношении максимальная эффективность восприятия содержания, передаваемого средствами массовой коммуникации, достижима при передаче математического содержания подготовленным математикам.

Несколько ниже эффективность передачи содержания физических теорий математическими средствами, так как исходные и частные физические понятия взаимосогласованы не столь четко, как математические. Однако углубление в специфику математических теорий как языка для описания физических явлений позволяет обнаружить новые богатые резервы согласования важнейших физических понятий и сделать, тем самым, средства массовой коммуникации для выражения физического содержания более эффективными. В данной работе это положение иллюстрируется на примере построения универсального математического языка для формального описания физических законов

1. Интуитивные и математические теории. В связи с тем, что для решения различных сложных задач появились мощные средства в виде быстродействующих вычислительных машин, резко возросла потребность выражать научные данные из различных областей науки и техники в виде математических моделей, математическая модель рассматривается нами как локальная математическая теория, логические следствия которой являются ПРЕДСКАЗАНИЯМИ и выводятся в виде формул или соотношений. Хотя понятие математической модели может использоваться в чистой математике, в данной работе это понятие рассматривается лишь как математическая модель физической реальности. С другой стороны, в понятие физической реальности мы включаем различные виды реальности, изучаемые физикой, химией, биологией, техникой, экономикой, социологией и медициной.

³⁹ Текст публикуется согласно изданию: Материалы научного семинара «Семиотика средств массовой коммуникации». Часть 2: лингво-семиотические исследования. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973.

Несколько лет назад В.И. Беляковым-Бодиным (1966) была сформулирована задача о нахождении регулярного процесса отображения «интуитивной теории» (типа биологии или медицины) в математическую теорию. В данном случае рассматривается следующая постановка вопроса: имеется очень хороший специалист — биолог или врач. Каким образом от описания явлений природы на языке биолога или врача перейти к описанию тех же самых явлений на языке, который подобен языку математической физики или механики?

Очевидно, что математическая теория, которая описывает то, что знает специалист (биолог или врач), должна давать возможность делать предсказания в области биологии или медицины, которые совпадают с предсказаниями биолога или врача (мы остановились на профессиях врача и биолога только условно: с тем же правом можно говорить об экономисте или социологе).

Естественно, что первым фактом, который более всего бросается в глаза, был факт существенного отличия профессиональных языков от обычного языка и от языка математики. По этой причине нахождение регулярного процесса отображения интуитивной теории в математическую теорию или модель (мы рассматриваем математическую модель как частный случай математической теории) следовало искать на пути отождествления профессиональных языков с каким-нибудь из языков математики.

Различные разделы математики пользуются различными языками — тем не менее, общая тенденция к унифицированному математическому языку выражена в современной математике наиболее ярко. В настоящее время наиболее фундаментальные работы по созданию унифицированного математического языка предприняты двумя группами на противоположных сторонах земного шара. Одной из этих групп является группа Н. Бурбаки, которая поставила и в значительной мере реализовала задачу описания всей современной математики в языке теории множеств. Другой группой является группа японских математиков во главе с проф. К. Кондо, активно разрабатывавшая язык геометрии и тензорного анализа сетей Г. Крона для инженерных и научных проблем. Нам представляется, что для прикладных наук, которые подлежат отображению в математической теории (или модели) работы японской исследовательской ассоциации прикладной геометрии имеют неопределимое значение. Это не означает, что работы Н. Бурбаки представляют меньшую научную ценность (они достаточно хорошо оценены комитетом по Нобелевским

премиям), но процесс перехода от интуитивного описания явлений природы к языку математики удобнее осуществлять в языке геометрии.

Однако математические теории отнюдь не представляют собой только символический язык: они включают в себя такие составные части, как аксиомы (или схемы аксиом), а также правила вывода. Очевидно, что этим составным частям математической теории должны соответствовать какие-то составные части интуитивных теорий. По этой причине мы считаем необходимым дать описание устройства всякой математической теории, следуя в этом описании Н. Бурбаки.

Мы вынуждены быть краткими, но те, кто интересуется строгостью, могут обратиться к главе I книги «Теория множеств». Эта глава и посвящается описанию формальной математики.

II. Описание формальной математики (структура математической теории). Любой научный текст представляет собой упорядоченную последовательность высказываний или утверждений. В этом смысле математические тексты не представляют исключения: любая формула или соотношение представляет собой символическую, можно сказать, стенографическую запись некоторого утверждения. Любой научный текст пишется буквами некоторого алфавита, а в некоторых случаях буквами двух или трех обычных алфавитов. Например, медицинские, ботанические и зоологические тексты часто используют не только русский алфавит, но и латинский для записей на латыни. Очевидно, что чтение этих текстов предполагает некоторый объединенный алфавит, который состоит как из русских букв, так и из букв латинского алфавита.

Математический язык, который используется для написания математических текстов, так же имеет алфавит, который состоит из букв и знаков. В настоящее время, когда широко используются вычислительные машины, проблема точности алфавита есть проблема того, какие буквы и знаки понимает «быстродействующий идиот», а какие буквы и знаки вычислительная машина не воспринимает. Точное определение алфавита, которое можно осуществлять с помощью вычислительной машины, приводит нас к первому компоненту математического языка: АЛФАВИТУ. Алфавит — это строго определенное число букв и знаков (включая пробел), которые используются для написания математических текстов. Очевидно, что одна математическая теория от другой может различаться по количеству и по составу букв и знаков алфавита, но могут быть тождественными по своему содержанию.

Следующим компонентом языка математической теории является словарь, т.е. список ТЕРМОВ. Этот список в интуитивных теориях обычно рассматривается, как список ТЕРМИНОВ, характеризующих ту или иную специальную теорию. Очевидно, что внешний вид термина или слова определяется некоторой последовательностью букв и знаков из алфавита. Однако не каждая последовательность букв и знаков заданного алфавита образует слово. Можно, например, порусски написать рядом последовательность букв такого вида: *ный*, которые не представляют собою никакого слова русского языка. Для фиксации терминов математического языка применяются некоторые знаки, имеющие смысл утверждений, что объект, названный данным именем, существует. Математик может говорить, что существуют точки, прямые, плоскости и т.д., т.е. «что указанные выше термины являются словами выбранного словаря». В интуитивных теориях это звучало бы несколько необычно, например, если бы в книге по зоологии было записано, что существуют кошки или существуют мыши. Однако математика — наука строгая, и каждый вводимый в математическую теорию объект должен быть «узаконен» признаком существования. Совокупность всех узаконенных таким образом терминов и образует вторую часть языка математической теории, называемую СЛОВАРЬ.

Наконец, из слов, входящих в словарь данной математической теории, написанных буквами и знаками алфавита этой же теории, образуется ВЫСКАЗЫВАНИЯ или УТВЕРЖДЕНИЯ. Высказывания — это такие предложения обычного языка, относительно которых всегда уместно задать вопрос: «Является ли данное утверждение истинным?». Словосочетание «уместно задать вопрос» означает, что ответ всегда существует и может быть одним из двух: либо ДА, либо — НЕТ. Следует особенно подчеркнуть, что из одного и того же словаря образуются сразу ДВА ВЫСКАЗЫВАНИЯ, одно из которых является положительным утверждением, а другой — его отрицанием. Таким образом, число высказываний в формализованном тексте является ЧЕТНЫМ.

Казалось бы, что, отождествля терминологию специальной теории с терминами математики, можно любой научный текст перевести на язык математики и, тем самым, иметь математические теории для всех наук. Однако запись фактов отдельных наук математическим языком не превращает текст в научную теорию. Действительно, каждое утверждение обычного языка можно записать символически и даже стенографически. Последнее означает, что термины можно обозначить отдельными буквами, а высказыванию придать вид соотношения или формулы. В этом

случае обычный текст превратится в последовательность соотношений или формул (именно этим термином и называются утверждения, которые записаны символически). Однако — эта совокупность высказываний образует только третью (и последнюю) часть математического языка, не имеющую общепринятого наименования. Подобно тому, как список букв мы называли АЛФАВИТОМ, список слов — СЛОВАРЕМ, список всех высказываний в данном языке или список всех формул мы будем называть термином ФОРМАЛИЗМ.

Таким образом, язык математической теории состоит из трех списков:

1. Список букв и знаков — АЛФАВИТ;
2. Список терминов или слов — СЛОВАРЬ;
3. Список всех высказываний или формул — ФОРМАЛИЗМ.

На этом мы закончим наше знакомство с первым компонентом математической теории — математическим языком. Два других компонента, с которыми мы еще не имели дела, представляют собою АКСИОМАТИКУ И ПРАВИЛА ВЫВОДА.

Перейдем ко второму компоненту математической теории — к ее аксиомам. Кроме термина *аксиомы* употребляются также термины ПОСТУЛАТЫ или ПРАВИЛЬНЫЕ ФОРМУЛЫ. Поскольку на языке математической теории каждому утверждению соответствует его двойник-отрицание, то в процессе формулировки аксиом из этой пары высказываний выбирается одно, которое и объявляется ИСТИННЫМ. Это объявление одного из двух высказываний истинным в математике выполняется КОНСТРУКТОРОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ, т.е. математиком. Это приводит к тому, что в математических текстах понятие «ИСТИНА» имеет совсем другой смысл, чем в обычных науках. Истина в математике тождественна НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ, т.е. высказывание считается истинным, если оно не противоречит аксиомам. В свою очередь истинность аксиом, как указывалось выше, определяется конструктором теории.

Аксиомы математических теорий, вообще говоря, можно разделить на две группы:

1. Аксиомы, которые в данной теории выполняются всегда.
2. Аксиомы, которые в данной теории принимаются верными для некоторого частного случая.

В прикладных теориях типа математической физики, этим двум группам соответствует деление формул на два типа:

1. Формулы, которые в данной теории выполняются всегда, т.е. являются символической записью **ЗАКОНОВ ПРИРОДЫ**.
2. Формулы, которые в данной теории принимаются верными для некоторого частного случая, т.е. являются символической записью **УСЛОВИИ** (начальные, краевые и т.п.).

Введение аксиом, как постоянных, так и временных, расчленяет всю совокупность высказываний, т.е. формализм, на два множества: множество высказываний, которые не противоречат данной совокупности аксиом, и множество высказываний, которые противоречат данной совокупности аксиом.

Высказывания, которые не противоречат данному множеству аксиом, называются по-разному: теоремы, следствия, выводимые формулы. В прикладных теориях этому соответствуют **ПРЕДСКАЗАНИЯ ТЕОРИИ**. Таким образом, предсказания, выводимые из математической теории, имеют всегда вид формул, которые не противоречат аксиомам теории. Когда в прикладной теории записывают закон сохранения импульса, то это означает, что каждая выводимая формула не противоречит закону сохранения импульса. Когда в прикладной теории записывают закон сохранения энергии, то это означает, что каждая выводимая формула не противоречит закону сохранения энергии и т.д.

Следует обратить особое внимание на то, что каждая аксиома представляет собою утверждение, которое относится к **ТЕРМИНУ** из словаря данной теории. С другой стороны, каждая формула предсказания содержит в символическом виде некоторое утверждение опять-таки о **ТЕРМИНЕ** из словаря данной теории. Мы обращаем внимание на этот пункт потому, что математическая теория никогда не выходит за рамки своего **СЛОВАРЯ**.

Рассмотрев второй компонент математической теории, мы можем сделать некоторые выводы относительно интуитивных теорий: интуитивная теория может отображаться в математическую теорию или модель тогда и только тогда, когда она содержит прообразы будущих аксиом, т.е. **ЗАКОНЫ**. Математик в чистой математике может постулировать правильность любых формул, а отображение интуитивной теории в математическую может осуществляться лишь в соответствии с тем, что **ПРАВИЛЬНО** в самом механизме природы. Изучение фактического материала интуитивных теорий показывает, что из длинных текстов с большим трудом удается вылавливать те утверждения, которые в данной теории правильны всегда, т.е. **ЗАКОНЫ**. Зато интуитивные теории очень богаты примерами конкретных условий, в которых

положение, верное в других условиях, является неверным в данном случае.

Чтобы закончить наше рассмотрение аксиоматики, вернемся к элементам множества высказываний, которые не противоречат аксиомам той и другой группы. В прикладной теории может случиться, что в этом множестве нет ни одного высказывания. Это может означать, что данное явление противоречит теории и не наблюдается. Если же эмпирические факты таковы, что явление имеет место, то говорят, что УСЛОВИЯ ПРОТИВОРЕЧИВЫ. С другой стороны, может случиться, что теория дает много различных возможных предсказаний, а наблюдается одно определенное решение. Тогда говорят, что условия недостаточны, т.е. некоторые условия не записаны в виде временных аксиом, необходимых для однозначного предсказания.

Последним компонентом математической теории являются ПРАВИЛА ВЫВОДА. Это правила преобразования одной формулы в другую без потери истинности. Наличие этих правил и позволяет преобразовать формулу гипотетического предсказания теории к виду, который допускает сравнение с аксиомами, т.е. допускает проверку формулы на отсутствие противоречий с аксиомами.

Можно сказать, что изложенное выше дает некоторое представление о структуре математической теории и позволяет начать обсуждение процедур, выполнение которых обеспечивает отображение интуитивной теории в теорию математического типа.

III. Корректность определения терминов для отображения в математическую теорию. Всем известна щепетильность математического ума в корректности определений. Математика требует, чтобы каждый термин теории понимался совершенно однозначно. Однако, в трактате Н. Бурбаки исходным понятием является понятие МНОЖЕСТВА, которое само предполагается хорошо определенным. Действительно, для корректности определения этого понятия сделано очень много, но мы выберем другой путь. Это не означает, что мы попытаемся уточнять это определение. У нас задача гораздо скромнее, чем задача, которую решали Н. Бурбаки. Мы уже говорили, что кроме языка теории множеств существуют другие математические языки, которые также пригодны для отображения в эти языки интуитивных теорий. Мы высказали утверждение, что язык геометрии может оказаться предпочтительным. Мы питаем слабость к математическому языку СЕТЕЙ, созданному Г. Кроном и развитому японской исследовательской ассоциацией прикладной геометрии. Г. Крон предполагал, что каждое

математическое понятие может ассоциироваться с ИЗМЕРЕНИЕМ, и показал, что на этом пути не возникает никаких недоразумений. Поскольку наша работа посвящается НЕ МАТЕМАТИКЕ, а ПРИЛОЖЕНИЮ математики к различным областям науки и техники, то мы полагаем, что математический термин определен КОРРЕКТНО, если этот термин играет роль ИМЕНИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА или комплекта измерительных приборов. Таким образом, математическая операция, вводящая квантор существования термина, ставится в соответствие измерительной процедуре: ТЕРМИН обозначает существующую величину (или группу величин) тогда и только тогда, когда СУЩЕСТВУЕТ измерительная процедура, которая в каждый момент времени ставит этому термину в соответствии ОТСЧЕТ (или ОТСЧЕТЫ) на шкале прибора. Физическое устройство приборов таково, что прибор в один и тот же момент не может иметь ДВУХ ЗНАЧЕНИЙ. Таким образом мы выполняем требование корректного или однозначного определения терминов. Процесс измерения ставит в соответствие каждому термину ЧИСЛО, которое отсчитывается на шкале прибора. Этот процесс отображения ТЕРМИНОВ в СЛОВАРЬ создаваемой математической теории позволяет отождествлять каждый термин с координатной осью некоторой гипотетической системы координат, обеспечивая ИМЕНА ОСЕЙ. Значение, которое имеет термин в данный момент, представляется в этой координатной системе ЧИСЛОМ, которое и можно отождествлять с координатой этого АРИФМЕТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА. Используемые нами понятия строго соответствуют тем, которыми пользовался О. Веблен в своей работе с Дж. Уайтхедом «Основания дифференциальной геометрии». Однако, понятию «геометрический объект» в нашем случае соответствует природное явление, а отображение в арифметическое пространство осуществляется с помощью шкал измерительных приборов.

Большинство известных математических моделей для самых разнообразных явлений природы построено на этом принципе. Это арифметическое пространство иногда называют «фазовым пространством» и поведение изучаемой системы представляют как траекторию представляющей точки в этом фазовом пространстве. Весьма подробное описание такого способа получения математических моделей изложено в работах, ставших классическими еще при жизни их автора У.Р. Эшби: во «Введении в кибернетику» и в «Конструкции мозга». Так как У.Р. Эшби решал ту же задачу, что и сформулированная В.И. Беляковым-Бодиним, то можно было бы следовать этому проторенному

пути. Однако, несмотря на значительные успехи, которые достигнуты на таком пути, он оказывается НЕДОСТАТОЧНЫМ для задач повышенной сложности. Речь идет об ИНВАРИАНТАХ, которые представляют себя как законы природы. Методология У.Р. Эшби требует поиска инвариантов, которые и выражают законы природы, но поиск инвариантов в указанном арифметическом пространстве близок к поиску иголки в стоге сена. В настоящее время, когда накоплен значительный опыт экспериментального наблюдения сложных систем и когда обработаны гигантские массивы данных по таким траекториям в фазовом пространстве, становится ясным, что должны существовать признаки, которым удовлетворяют искомые инварианты, у инвариантов, которые описывают законы природы, должны существовать такие свойства, по которым их можно было бы «извлекать» из экспериментальных данных.

Здесь мы должны сделать маленькое отступление от математической темы. Вероятно, что не только математическая наука занималась инвариантами, в которых математически записываются законы природы. Законами занимались и философы, которые различали такие понятия, как СУЩНОСТЬ и ЯВЛЕНИЕ. В переводе на язык математики — СУЩНОСТЬ — это ИНВАРИАНТ, а явление — это проекция данной сущности в частную систему координат. Современная физика (не без помощи математики) пришла к выводу, что законы природы надо записывать в инвариантной форме, т.е. в форме, которая не зависит от выбранной системы координат. Этот способ записи и дается тензорным анализом, родившимся на геометрической почве, благодаря работам Риччи и Леви-Чивитта.

Однако в исследовании законов философский анализ показывает, что имеются СУЩНОСТИ различных порядков, т.е. понятие СУЩНОСТЬ относительно; то, что относительно одного класса явлений представляется как сущность, само представляет собой явление по отношению к сущности более высокого порядка. В переводе на математический язык это означает, что должна существовать иерархия инвариантов и что любой инвариант теряет свое значение перед инвариантом более глубокой сущности. Возвращаясь к обыденному языку, можно сказать, что ДОЛЖНА СУЩЕСТВОВАТЬ такая иерархия физических законов, которая включает имеющиеся законы как частный случай каких-то более фундаментальных законов. Таким образом, задача отображения интуитивной теории в математическую модель представляет собою задачу установления инвариантов различных наук, которые каким-то образом

должны соотноситься с известными инвариантами современных физических теорий. К решению этой задачи мы и переходим.

Возвращаясь к природе аксиом, мы видим, что каждая аксиома представляет собою утверждение относительно СЛОВАРЯ данной теории. Мы предложили в качестве СЛОВАРЯ использовать ИМЕНА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ. Следовательно, аксиомы нашей теории не могут быть ничем иным, кроме как утверждениями относительно показаний приборов. С другой стороны, рассматривая понятие ИНВАРИАНТ, мы пришли к выводу, что законы природы есть утверждения о СОХРАНЕНИИ некоторых величин как о их неизменности. Следовательно, законы природы есть утверждения о сохранении величин, измеряемых приборами. И, наконец, последний вывод: может существовать (в принципе) столько законов природы, сколько имеется величин, доступных для измерения приборами.

Приведем некоторые примеры. Рассмотрим «абсолютно твердое тело», которое может рассматриваться как понятие физики и как понятие геометрии. «Закон», выражающий движение твердого тела, формулируется как инвариантность РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ДВУМЯ ТОЧКАМИ. Инвариантом в данном случае является понятие ДЛИНА, т.е. понятие, которое доступно измерению физическим прибором. Рассмотрим кинематику точки, т.е. движение некоторой точки, изображающей движение тела. Для того, чтобы картина явления не усложнялась привходящими обстоятельствами, будем рассматривать движение точки в плоскости $X - Y$. По оси Y мы будем откладывать пройденный точкой путь, а по оси X — время движения. «Закон» движения точки представим в виде степенного ряда (этот пример обладает гораздо большей наглядностью, если пользоваться, как отметил Г.Н. Поваров, рядом Тейлора):

$$Y(X) = A_0 + A_1X + A_2X^2 + A_3X^3 + A_4X^4 + \dots,$$

где $Y(X)$ — пройденный путь, X — время, $A_0, A_1, \dots, A_n \dots$ — коэффициенты. Нас в этом законе движения интересуют КОЭФФИЦИЕНТЫ представленного ряда. В левой стороне уравнения стоит величина, которая имеет размерность ДЛИНЫ. Следовательно, каждый терм имеет эту же размерность. Однако в каждый терм, за исключением первого, характеризующего начальное «смещение» точки, входит ВРЕМЯ в различных степенях. Следовательно, коэффициенты нашего ряда представляют собою ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ, которые обладают различной размерностью:

$$A_1 \text{ — «скорость»}, \text{ имеющая размерность } [L^1T^{-1}],$$

A_2 — «ускорение», имеющее размерность $[L^1T^{-2}]$,

A_3 — «изменение ускорения за единицу времени», имеющее размерность $[L^1T^{-3}]$ и, вообще, любой коэффициент в этом ряду, имеющий степень при X , равную S , имеет размерность $[L^1T^{-S}]$. Легко заметить, что каждый коэффициент этого ряда, по крайней мере в принципе, МОЖЕТ БЫТЬ ИЗМЕРЕН, т.е. может быть поставлен во взаимное соответствие с ИМЕНЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА.

Рассмотрим «усеченный» ряд, полагая в качестве возможного «закона природы» постоянство величины ускорения. Пользуясь постоянством величины ускорения весомых тел на земле, мы измеряем их массы через силу притяжения к земле. Таким образом, «закон постоянства ускорения» используется современной физикой в операции взвешивания. Хорошо известно, что этот «закон» является приблизительным даже на Земле, т.к. величина ускорения зависит от географической широты. Тем не менее он выражает некоторую сущность (невысокого порядка), но эта сущность — всего лишь ЯВЛЕНИЕ в законе тяготения, где ускорение само является функцией масс взаимодействующих тел и расстояния между ними.

Тем не менее вся совокупность коэффициентов этого ряда представляет собою список физических величин, доступных (в принципе) измерению с помощью физических приборов.

Осложним наш пример. Будем рассматривать движение точки в пространстве, т.е. от одной координаты перейдем к трем координатам (или от размерности пространства один к пространству с размерностью *три*). Нетрудно видеть, что переход от одномерного пространства к трехмерному пространству не влияет на РАЗМЕРНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТОВ степенного ряда. Это позволяет сделать и следующее обобщение: переход к закону движения точки в пространстве K измерений не изменяет вида физических величин, т.е. не изменяет их размерности.

Рассмотрим другой пример. Нам дана некоторая поверхность, которая имеет определенную величину ПЛОЩАДИ, т.е. дана физическая величина, имеющая размерность $[L^2T^0]$. Представим себе, что величина этой поверхности изменяется с течением времени. Тогда «закон» изменения поверхности во времени можно представить в виде подобного степенного ряда, как это мы делали для пути, пройденного точкой. Рассмотрим коэффициенты этого ряда. Первый коэффициент дает значение площади в начальный момент времени. Следующий коэффициент имеет смысл «скорости изменения площади», т.е. опять

является физической величиной, имеющей размерность $[L^2T^{-1}]$. Как и в предыдущем примере признание этой величины «инвариантом» должно приводить к представлению о физическом законе, который весьма напоминает такое выражение: «Радиус-векторы планет за равные промежутки времени описывают равные площади», — что соответствует закону Кеплера. Вероятно, что могут существовать и другие явления, для которых утверждения об инвариантности коэффициентов этого ряда имеют смысл законов природы. Общая формула размерности коэффициентов этого ряда $[L^2T^{-S}]$ отличается от предыдущей тем, что содержит степень длины, равную двум.

Рассмотрим еще один пример, полагая, что нам дано тело определенного объема. Поступим с ним так же, как и в двух предыдущих случаях, т.е. представим объем тела, имеющий размерность $[L^3T^0]$ как величину, зависящую от времени. Мы получим новый ряд физических величин, имеющих обобщенную формулу размерности вида $[L^3T^{-S}]$. Как и в предыдущих примерах, возьмем какой-нибудь коэффициент этого ряда, например, член $[L^3T^{-2}]$. Введем постулат, что существует класс физических явлений, для которого названная величина является ИНВАРИАНТОМ. Поищем какое-нибудь физическое утверждение, которое напоминает нам следующее: «Отношение куба расстояния планеты от Солнца к квадрату периода обращения есть величина постоянная», — что опять соответствует закону Кеплера.

Обобщая рассмотренные выше примеры, выскажем следующее утверждение: ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНОЙ, ДОСТУПНОЙ ИЗМЕРЕНИЮ ПРИБОРОМ, ЯВЛЯЕТСЯ ВСЯКАЯ ВЕЛИЧИНА, КОТОРАЯ ДАЕТСЯ ФОРМУЛОЙ РАЗМЕРНОСТИ СЛЕДУЮЩЕГО ВИДА:

$$A [L^R T^S],$$

где R и S — ЦЕЛЫЕ (ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ИЛИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ) ЧИСЛА.

Поскольку законы природы представляют собою утверждения об ИНВАРИАНТНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, то наше предыдущее утверждение превращается в следующее утверждение:

ФИЗИЧЕСКИМ ЗАКОНОМ НАЗЫВАЕТСЯ УТВЕРЖДЕНИЕ ОБ ИНВАРИАНТНОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ, ДАВАЕМОЙ ФОРМУЛОЙ РАЗМЕРНОСТИ $[L^R T^S]$, т.е.

$$A [L^R T^S] = const,$$

где R и S — целые (положительные или отрицательные) числа.

Поскольку R и S — целые числа, то можно построить бесконечную таблицу с целочисленными значениями степеней $[L]$ и $[T]$, которую можно назвать «ТАБЛИЦА ВОЗМОЖНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ».

Если приведенные нами рассуждения справедливы, то процесс отображения интуитивной теории в математическую теорию приобретает следующий вид.

1. Отождествите термины интуитивной теории с величинами таблицы.
2. Выделите среди утверждений интуитивной теории те, которые относятся к величинам, остающимся неизменными в данном классе явлений.
3. Отметьте те величины, которые изменяются, и найдите для каждой из них такую пару, которая после умножения на данную величину, дает размерность инвариантной величины.
4. Отождествите переменные величины с КО- и КОНТРАВАРИАНТНЫМИ составляющими, а ИНВАРИАНТ — с соответствующим ТЕНЗОРОМ.

Проведенное рассмотрение, по нашему мнению, должно показать причину встречающейся неадекватности некоторых экономико-математических моделей реальной действительности. С другой стороны, становится понятным предупреждение Н. Винера об опасности писать системы дифференциальных уравнений для научных дисциплин, которые не имеют корректно определенных терминов и не имеют явно сформулированных законов.

Последняя часть настоящего сообщения посвящается непосредственно АНАЛИЗУ РАЗМЕРНОСТЕЙ как физико-математическому инструменту. Мы должны получить уверенность, что приведенные выше утверждения не противоречат известному методу анализа размерностей.

IV. Анализ размерностей. В большинстве руководств по анализу размерностей используются ТРИ размерные физические величины: масса, длина и время. Сделанное выше утверждение о физических величинах: и о физических законах будет признано справедливым, если из числа размерных величин можно элиминировать массу.

По этому вопросу существуют различные точки зрения. Мы приведем эти точки зрения без комментариев, предлагая комментировать эти точки зрения читателю.

Точка зрения академика Л.И. Седова, высказанная им в монографии «Методы подобия и размерности в механике» (М.: Наука, 1967).

«Нетрудно видеть, что число основных единиц измерения можно взять и меньшим трех. В самом деле, все силы мы можем сравнивать с силой тяготения, хотя это неудобно и противоестественно в тех вопросах, в которых сила тяготения не играет роли. В физической системе единиц сила вообще определяется равенством $F = ma$, а сила тяготения — равенством

$$F' = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где γ есть гравитационная постоянная, имеющая размерность $[\gamma] = [M^{-1}L^3T^{-2}]$. Подобно тому, как размерную постоянную механического эквивалента тепла можно заменить безразмерной постоянной при изменении количества тепла в механических единицах, так и гравитационную постоянную можно считать абсолютной безразмерной постоянной. Этим определится размерность массы в зависимости от L и T : $[m] = M = L^3T^{-2}$. Следовательно, в этом случае изменение единицы массы полностью определяется изменением единиц измерения для длины и времени. Таким образом, рассматривая гравитационную постоянную как абсолютную постоянную, мы будем иметь всего две независимые единицы измерения» (стр. 16).

Следующая позиция — это позиция академиков Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшица, высказанная ими в книге «Курс общей физики. Механика и молекулярная физика». М., Наука, 1969 г.

«... можно было бы поступить аналогичным образом и с законом тяготения Ньютона. Именно, если положить равной единице гравитационную постоянную, то тем самым мы установили бы некоторую единицу для массы. Эта единица будет очевидно, производной по отношению к единицам $см$ и $сек$, и ее размерность по отношению к ним будет $см^3/сек^2$...

...мы видим, что, в принципе, можно построить систему единиц, в которой единственными произвольными единицами будут только единицы длины и времени, для всех же остальных величин, включая и массу, могут быть построены производные единицы. Такая система единиц на практике не применяется, но возможность ее построения лишней раз указывает на условность системы СГС» (стр. 67-68).

Наконец, приведем точку зрения проф. А.А. Гухмана, высказанную им в монографии «Введение в теорию подобия» (М.: Высшая школа, 1963).

«В системе первичных величин M, L, T сила является величиной вторичной и вводится посредством определительного уравнения,

основанного на втором законе Ньютона. Соответствующая формула размерности имеет вид $[F] = MLT^{-2}$. Однако сила непосредственно связана с первичными величинами также законом всемирного тяготения, согласно которому она определяется как величина, пропорциональная произведению из масс взаимодействующих тел и обратно пропорциональная квадрату расстояния между ними. Мы вновь пришли к случаю двух различных отношений, каждое из которых может служить в качестве определительного для одной и той же величины (силы f). Поскольку первое из них уже принято в качестве определительного, мы сохраняем во втором размерную постоянную и записываем его в виде:

$$f = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где m_1 и m_2 — массы взаимодействующих тел; r — расстояние между ними; γ — размерная постоянная, называемая постоянной тяготения (гравитационной постоянной)

Соответствующее символическое уравнение

$$[F] = [\Gamma]M^2L^{-2}$$

сразу приводит к формуле размерности гравитационной постоянной:

$$[\Gamma] = [F]M^{-2}L^2 = M^{-1}L^3T^{-2}.$$

Если бы мы пожелали избавиться от постоянной тяготения, то это привело бы к необходимости перевести одну из первичных величин в разряд вторичных (например, положить $[M] = L^3T^{-2}$). Легко понять, что в этом случае коренная ломка всей системы размерностей (и, естественно, единиц измерения) неизбежна. Поэтому, в отличие от предыдущего примера, мы должны признать исключение размерной постоянной безусловно нецелесообразным» (стр. 240-241).

Итак, существует несколько точек зрения, каждая из которых не опровергает нашей гипотезы. Несколько отлична наша точка зрения от точки зрения А.А. Гухмана: мы считаем, что пойти на коренную ломку всей системы размерностей все-таки стоит, ибо, как мы видели, в этом случае все физические законы получают единую операциональную интерпретацию через процедуры измерения и оказываются взаимносогласованными и соотнесенными не менее четко, чем математические понятия. А это, в свою очередь, как уже отмечалось, делает массовую коммуникацию, использующую предлагаемый формальный язык описания физических законов, максимально эффективной.

ди Бартини Р.О., Кузнецов П.Г.

О множественности геометрий и множественности физик⁴⁰

Современная наука, включая физику, представляет собой «развивающийся организм», в рамках которого все время сохраняется тенденция к открытию новых, ранее неизвестных законов природы. Исследование закономерностей развития физики с необходимостью предполагает внимательное отношение к проявляющимся в ней методологическим тенденциям, одной из которых выступает «геометризация физики», рассматриваемая в предлагаемой статье с новой точки зрения.

В настоящее время существенно изменилось представление о геометрии: никто не отождествляет термин «геометрия» с тем, что называлось этим словом до Лобачевского или с тем, что называлось этим словом до Гильберта. Теперь термин «геометрия» используется для обозначения *множества различных геометрий*, каждая из которых отличается от других по крайней мере одной аксиомой. Рассматривая взаимосвязь современной математической физики и геометрии в широком смысле этого слова, мы оказываемся перед сложным выбором: превратится ли современная математическая физика в одну из разновидностей геометрии или развитие науки приведет к пониманию физики, как *множества разных физик*?

При первой постановке вопроса мы должны искать единственную геометрию, которая будет являться адекватным отображением нашего физического мира. При второй постановке мы стоим перед соотношением каждого класса физических явлений с той или иной из многочисленных геометрий. При решении первой проблемы мы связываем *всю физику с одной геометрией* при одном и том же фиксированном наборе аксиом. При решении второй проблемы мы строим «здание» *всей физики по частям*: каждой части его соответствует та или иная геометрия. Сам же процесс построения здания всей физики оказывается так же далек от завершения, как далеко от завершения здание всеохватывающей геометрии.

Существует мнение, что Анри Пуанкаре имел все основания для создания специальной теории относительности, но... это было сделано не

⁴⁰ Текст публикуется согласно изданию: Проблемы и особенности современной научной методологии / Уральский научный центр АН СССР. — Свердловск, 1979. — С. 55-65.

им, а А. Эйнштейном. Не отвергая этого мнения, мы тем не менее полагаем, что Анри Пуанкаре придерживался второй точки зрения на связь физики и геометрии и именно в силу этого убеждения не позволил себе отдать предпочтение одной частной геометрии как единственной геометрии, которая не согласуется со всеми видами физической реальности. Приведенный А. Пуанкаре список возможных геометрий, который присутствует в отзыве на работы Д. Гильберта, достаточно убедительно это подтверждает. Мы приведем только два отрывка из работ Пуанкаре.

В 1887 г. он писал: «Согласно тому, что нами выше было сказано, геометрия есть не что иное, как изучение некоторой группы движений, и в этом смысле можно сказать, что справедливость геометрии Евклида нисколько не противоречит справедливости геометрии Лобачевского, так как существование одной группы вполне совместимо с существованием другой.

Мы выбрали между всеми возможными группами одну особенную для того, чтобы к ней относить физические явления, подобно тому, как мы выбираем систему трех координатных осей, чтобы к ним относить геометрические фигуры. Что же определило наш выбор? Это, во-первых, простота выбранной группы; но есть и другое основание: в природе существуют замечательные тела, называемые твердыми, и опыт говорит нам, что связь различных возможных перемещений этих тел выражается со значительной степенью приближения теми же самыми соотношениями, как и различные операции выбранной группы. Таким образом, основные гипотезы геометрии не суть факты, добытые из опыта; но наблюдение над некоторыми физическими явлениями приводит к выбору именно их из числа возможных гипотез»⁴¹.

Здесь Пуанкаре достаточно ясно отмечает связь между аксиомами геометрий и «наблюдением над некоторыми физическими явлениями». Очевидно, что другие наблюдения над другими физическими явлениями будут приводить нас к аксиомам и соответственно к геометриям другого вида. Смена наблюдаемых классов физических явлений будет приводить к смене аксиом и построенных на этих аксиомах геометрий. Всеохватывающая аксиоматика может быть построена тогда и только тогда, когда все возможные классы явлений нами будут уже изучены.

⁴¹ А. Пуанкаре. Об основных гипотезах геометрии / Основания геометрии. — М., 1956. — С. 398.

Второй отрывок из работ А. Пуанкаре позволяет развить ранее высказанные соображения. «Наши идеи о происхождении и значении геометрических истин претерпели очень быструю эволюцию в течение последнего столетия. Исследования Лобачевского, Бойяи и Римана открыли новую эру; правда, они не повлияли на тех лиц, слишком многочисленных, которые ищут доказательства постулата Евклида — на них, увы, ничто не могло повлиять, — но они убедили всех истинных ученых в тщетности этих попыток. Таков был первый результат открытия неевклидовых геометрий. Но истинный смысл этого открытия не был выяснен сразу.

Гельмгольц показал сперва, что предложения евклидовой геометрии не что иное, как законы движения твердых тел, тогда как предложения других геометрий суть законы, которым могли бы быть подчинены другие аналогичные тела, которые без сомнения не существуют, но существование коих можно допустить без того, чтобы это привело к малейшему противоречию; такие тела можно было бы даже изготовить при желании...

...Ли продвинул анализ значительно дальше. Он изучал, каким путем могут комбинироваться различные возможные движения некоторой системы или, говоря вообще, различные возможные преобразования фигуры. Если рассматривать известное число преобразований и затем комбинировать их всеми возможными способами, то совокупность всех этих комбинаций составит то, что он называет группой. Каждой группе соответствует некоторая геометрия, и наша геометрия, соответствующая группе перемещений твердого тела, есть только весьма частный подход»⁴².

Отождествление различных геометрий с соответствующими группами преобразований, осуществленное в блестящих работах Ф. Клейна и С. Ли, позволило сделать следующий шаг. Честь следующего шага выпала на долю Д. Гильберта, о чем очень хорошо сказано в уже цитированной работе А. Пуанкаре.

Однако, хотя заслуга Д. Гильберта весьма велика, он является «классиком» геометрии в том смысле, что связывает группу преобразований всего пространства в себя. Это относится и к классической точке зрения Ф. Клейна и С. Ли.

⁴² А. Пуанкаре. Об основных гипотезах геометрии — Основания геометрии. — М., 1956. — С. 452-453.

Дальнейшее развитие геометрии связано с именами Я. Схоутена — Э. Картана с одной стороны и О. Веблена — с другой. Первое направление завоевало широкое признание среди математиков, второе нашло своих приверженцев среди инженеров. Мы сознательно ассоциируем второе направление с инженерами, а не с физиками, хотя всем понятно, что каждый инженер использует именно физические законы при конструировании технических систем.

Хотя идея группы преобразований синтезировала и обобщила все прежние представления о движении и конгруэнтности, хотя она дала принцип классификации, который позволял одним взглядом охватывать все разнообразие важнейших геометрий — эта идея не охватывала всех геометрий. К их числу относились все римановы геометрии. Синтез идей Римана и Клейна был осуществлен Я. Схоутеном и Э. Картаном: объединяя в одном и том же евклидовом (афинном, проективном и т. д.) пространстве два смежных куска риманова пространства, они вводят идею евклидовой (афинной, проективной и т. д.) связности. Теперь понятие группы опирается не на преобразование всего пространства, а только на пространство соответствующей связности. Другой путь поиска обобщения эрлангенской программы был избран О. Вебленом. Он предложил рассматривать геометрию как теорию пространства с инвариантом (или с «геометрическим объектом» — термин, предложенный Я. Схоутеном в противовес термину «инвариант» Веблена). Представляет интерес точка зрения О. Веблена на понятие *инвариант*. «Все, что остается неизменным при преобразовании координат, называется инвариантом. Так, инвариантом является точка, а также кривая или система кривых. Строго говоря, инвариантом является также всякая вещь, например, растение или животное, не имеющее вовсе отношения к рассматриваемому нами пространству. Инвариант, связанный с пространством, т.е. свойство пространства, в смысле §1 гл. II, мы будем называть также *геометрическим объектом*... Другие примеры геометрических объектов с компонентами — афинные связности и тензоры всех родов»⁴³.

Мы старались зафиксировать внимание читателя на том, что и «растение или животное» может служить примером инвариантов. Теперь мы можем покинуть мир «чистой геометрии».

⁴³ О. Веблен, Дж. Уайтхэд. Основания дифференциальной геометрии. — М.: Изд-во иностр. лит., 1949. — С. 70.

Предшествующее изложение должно было дать возможность инженеру и физика увидеть богатство логических теории, являющихся непротиворечивыми математическими теориями. Различие математических теорий может рассматриваться как различие «геометрий». Сами геометрии могут трактоваться как *группы преобразований с инвариантом*. Эти фундаментальные понятия мы выделим: 1) группа; 2) преобразование; 3) инвариант.

На базе этих понятий, образующих *целостность* геометрии или математической теории, и создал свою ветвь тензорного анализа сетей Г. Крон⁴⁴. Относятся они только к математике. Если эти три термина дополнить, четвертым «физическая величина», то мы совершим переход от множества геометрий к множеству физик. Используя четвертый термин, мы получаем определение не одной из геометрий, а определение одной из физик.

Группа преобразований, имеющая определенную физическую величину инвариантом — есть одна из физик.

Инвариантом физической величины принято называть закон сохранения определенной физической величины.

Теперь мы должны обратить свое внимание на поиск системы физических величин. Эта система физических величин, если она будет определена правильно, должна порождать систему законов физики, ибо инвариантность этих физических величин и соответствует законам сохранения.

Теория размерностей содержит вопрос о числе ортогональных параметров измерений и мерах их соотношений. Разработанный для отдельных дисциплин науки, он не определяет однозначного выбора первичных единиц области и не объединяет понятия и их величины в единую систему, позволяющую установить общую закономерность соотношений как законов природы. Кроме того, появляющиеся в формулах размерностей дробные показатели при использовании первичных величин $[LMT]$ лишены всякого физического содержания и логического смысла.

В кинематической системе измерений $[LT]$ первичной единицей является квант поля, радиус мировой инверсии протяженности l и длительности t , определяемый экспериментально с большой степенью

⁴⁴ См. G. Kron. Non-Riemannian dynamics of rotating electrical machinery // J. of Mathematics a. Physics, 1934. v. 13, N 7, p. 103-194; G. Kron. Tensor analysis of networks. N.-Y., 1939; Г. Крон. Исследование сложных систем по частям — диакоптика. М., «Наука», 1972.

точности. Обозначая фундаментальное отношение l/t , равное величине фундаментальной скорости, буквой C , имеем следующую общую структурную формулу всех физических величин:

$$D^{\Sigma n} = C^{\gamma} T^n = L^{\gamma} T^{n-\gamma},$$

где $D^{\Sigma n}$ — размерный объем физической величины; Σn — сумма показателей в формуле размерностей; T — радикал размерностей; n и γ — целые числа. Такая кинематическая система физических величин, которая опирается на две основных единицы (каждая из которых квантуется) — на единицу длины [L] и единицу времени [T], была предложена одним из авторов настоящей статьи⁴⁵ (см. таблицу). Хотя понятие длина и не предполагает направление, тем не менее в кинематической системе физических величин предполагаются векторные (ориентированные) величины длины и времени, образующие шестимерное многообразие. Это означает, что с каждым из трех пространственных направлений ассоциировано свое собственное ориентированное время. Проще всего ознакомиться с новыми понятиями, если рассмотреть формальную запись для кинематики движущейся точки. Пройденный точкой путь в одномерном движении можно представить бесконечным степенным рядом:

$$S(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots,$$

где $S(t)$ — пройденный точкой путь; a_0 — начальное смещение; a_1 — скорость движения точки; a_2 — ускорение точки; a_3 — изменение ускорения точки и т.д.

Если от одномерного движения точки перейти к трехмерному пространственному движению, то общий вид уравнений движения не изменится, а текущие индексы будут пробегать три значения как по пространственным координатам, так и по координатам времени:

$$S^{\alpha}(t) = a^{\alpha} + a^{\alpha}_{\beta} t^{\beta} + a^{\alpha}_{\beta\gamma} t^{\beta} t^{\gamma} + a^{\alpha}_{\beta\gamma\delta} t^{\beta} t^{\gamma} t^{\delta} + \dots,$$

где a^{α}_{β} — скорость движения точки; $a^{\alpha}_{\beta\gamma}$ — ускорение точки; $a^{\alpha}_{\beta\gamma\delta}$ — изменение ускорения точки и т.д. $\alpha, \beta, \gamma, \delta = 1, 2, 3$.

Анализ размерностей позволяет утверждать, что каждый терм правой части имеет размерность длины, а коэффициенты — размерность $[L^{\gamma} T^{-n}]$, где n есть число ковариантных индексов.

⁴⁵ См. Р.О. ди Бартини. Докл. АН СССР, 1965, т. 163, № 4; Р.О. ди Бартини. Соотношения между физическими величинами. — Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М., «Атомиздат», 1966, С. 249-266.

Введенное шестимерное многообразие с самого начала не предполагает равенства масштабов «поперечного» и «продольного» времени, т.е. в нем исключается гипотеза о существовании абсолютного скаляра, называемого «временем».

Соответствие вводимых представлений «духу времени» можно проиллюстрировать позицией Г. Хантли. Если тело движется параллельно оси OX в прямоугольной системе координат, его линейный размер вдоль этой оси, обозначенный как $[L_x]$, связан с сопротивлением трения и вязкостью среды. Поперечные размеры $[L_y]$ и $[L_z]$ прямо связаны с плотностью среды и не зависят от вязкости. Можно показать, что такое придание векторного характера факторам конфигурации тела позволяет найти полное решение задач, для которых ранее анализ размерностей давал лишь частичное решение⁴⁶. Г. Хантли иллюстрирует использование векторных длин на примерах из самолето- и ракетостроения. Нетрудно видеть, что предложение Хантли может рассматриваться как частный случай введенного нами шестимерного многообразия.

Проиллюстрируем роль системы физических величин в выделении тех или иных классов физических явлений, которые мы и отождествляем с частными физиками. (Может быть, точнее было бы говорить об уровнях отображения физической реальности. Однако исторически сложившаяся и еще сохраняющаяся терминология — «частная теория относительности» и т.д. — делает подобное словоупотребление на сегодня приемлемым. — *Прим. ред. сб. «Проблемы...»*).

Рассмотрим класс физических явлений, который характерен тем, что скорость изменения площади является постоянной величиной. Этот класс явлений в свое время был установлен Кеплером в форме: «Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает равные площади. Рассмотрим ряд, характеризующий изменение площади во времени, в виде:

$$S^{\alpha\beta}(t) = a^{\alpha\beta} + a_{\gamma}^{\alpha\beta} t^{\gamma} + a_{\gamma\delta}^{\alpha\beta} t^{\gamma} t^{\delta} + \dots$$

где $S^{\alpha\beta}(t)$ — меняющаяся со временем площадь; $a^{\alpha\beta}$ — начальное значение площади; $a_{\gamma}^{\alpha\beta}$ — скорость изменения площади; $a_{\gamma\delta}^{\alpha\beta}$ — «ускорение» изменения площади и т.д. $\alpha, \beta, \gamma, \delta = 1, 2, 3$.

Выделим в числе коэффициентов ряда скорость изменения площади и приравняем этот член постоянной:

⁴⁶ См. Г. Хантли. Анализ размерностей. М.: Мир, 1970.

$T^k \backslash L^l$		L^{-3}	L^{-2}	L^{-1}	L^0	L^1
T^{-9}	-9					
T^{-8}	-8					
T^{-7}	-7					Изменение плотности тока
T^{-6}	-6				Изменение углового ускорения	Плотность потока
T^{-5}	-5			Изменение объемной плотности	Массовая плотность. Угловое ускорение	Ускорение
T^{-4}	-4		$L^{-2}T^{-1}$	Объемная плотность электрическая	Частота	Скорость
T^0	-3	$L^{-2}T^0$	$L^{-1}T^0$	Изменение проводимости	Безразмерные константы	Длина. Емкость. Самондукция
T^1	-2	$L^{-2}T^1$	Изменение магнитной проницаемости	Проводимость	Период	Длительность расстояния
T^2	-1	$L^{-2}T^2$	Магнитная проницаемость	$L^{-1}T^2$	Поверхность времени	L^1T^2
T^3		$L^{-2}T^3$	$L^{-1}T^3$	$L^{-1}T^3$	Объем времени	
T^k	0	1	2	3	4	

L^3	L^2	L^4	L^5	L^6	L^7
	$L^3 T^{-6}$	$L^4 T^{-6}$	Изменение мощности	Скорость передачи мощности	0
Изменение давления	Поверхностная мощность	Скорость изменения силы	Мощность	Скорость передачи энергии	1
Давление	Угловое ускорение массы	Сила	Момент силы. Энергия	Скорость передачи действия	2
Напряженность ЭМ поля. Градиент	Ток. Массовый расход	Скорость смещения заряда. Импульс	Момент количества движения. Действие	Момент действия	3
Разность потенциалов	Масса. Колич. магнетизма. Колич. элект.	Магнитный момент	Момент инерции		4
Обильность 2-мерная	Расход объемный	Скорость смещения объема			5
Поверхность	Объем пространственный				6
$L^3 T^4$					7
					8
					9
5	6	7	8	9	D_n

Главная размерная последовательность $D_n = L^3$

ДимENSIONАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ

$D^n = L^i T^k$ ($n = i + k$)

$$a_{\gamma}^{\alpha\beta} = \text{const}.$$

Перенесем постоянную в левую часть:

$$a_{\gamma}^{\alpha\beta} - \text{const} = 0.$$

Заменим выражение в левой части одним символом:

$$W_{\gamma}^{\alpha\beta} = 0.$$

Это и есть не что иное, как закон Кеплера в тензорной форме. Евклидова геометрия, построенная на группе движений абсолютно твердого тела, характеризуется инвариантом расстояния между двумя точками.

Утверждение может быть записано в виде:

$$W^{\alpha} = 0,$$

где W^{α} и есть инвариант расстояния между точками твердого тела.

Когда мы переходим в класс физических явлений, называемый гидродинамикой несжимаемой жидкости, то, несмотря на то, что из инвариантности расстояния между двумя точками следует инвариантность объема, мы не можем сохранять инварианта евклидовой геометрии. Мы постулируем инвариантность объема, но отказываемся от постулата инвариантности расстояния: между двумя точками жидкости.

Этот постулат мы записываем в виде:

$$W^{\alpha\beta\gamma} = 0,$$

где $W^{\alpha\beta\gamma}$ и есть инвариант объема несжимаемой жидкости.

Выделяя клетку таблицы с размерностью $[L^3T^{-2}]$, мы получаем законы сохранения массы, заряда, «магнитной массы», и, кроме того, известный закон Кеплера, согласно которому «отношение куба радиуса планеты к квадрату периода обращения: есть величина постоянная». Выделяя клетку с размерностью $[L^4T^{-3}]$, мы получаем закон сохранения количества движения (импульса). Выделяя клетку с размерностью $[L^5T^{-3}]$, мы получаем закон сохранения момента количества движения (момента импульса). Выделяя клетку с размерностью $[L^5T^{-4}]$, мы получаем закон сохранения энергии. Выделяя клетку с размерностью $[L^5T^{-5}]$, мы получаем закон сохранения мощности, который был известен еще Дж. Максвеллу.

Некоторые замечания об «ориентированном времени» и ориентированной временной площади» могут оказаться полезными для дальнейшего развития физических идей. В клетке таблицы с размерностью $[L^3T^{-2}]$ размещается несколько различных физических величин, которые не аддитивны: масса, электрический заряд и «магнитная

масса». Однако в этой клетке стоит в знаменателе выражение для «ориентированной временной площади». Составляя парные произведения из трех векторных времен, мы получим три различные временные «площади», которые по определению ортогональны друг к другу и потому не суммируемы:

$$[t_v t_w]; [t_v t_w]; [t_v t_w].$$

Эта «независимость» трех ориентированных временных площадей особенно ясно видна из анализа проблемы взаимодействия, так как «физическое время» мы всегда определяем из движения или взаимодействия. Очевидно, что взаимодействие двух материальных тел допускает три вида независимого взаимодействия:

а) взаимодействие масс

$$F_1 = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

б) взаимодействие их электрических зарядов

$$F_2 = \pm \frac{e_1 e_2}{\varepsilon r^2},$$

в) взаимодействие их «магнитных зарядов»

$$F_3 = \pm \frac{M_1 M_2}{\mu r^2}.$$

Эти силы взаимодействия суммируемы, но значения массы, электрического заряда и «магнитного заряда» каждого тела могут изменяться независимо друг от друга. Запишем эти три

$$F_1 = \frac{m_1 m_2}{(\gamma^I r)^2}; \quad F_2 = \frac{e_1 e_2}{(\varepsilon^I r)^2}; \quad F_3 = \frac{M_1 M_2}{(\mu^I r)^2}$$

где $\gamma^I = \sqrt{\frac{1}{\gamma}}; \quad \varepsilon^I = \sqrt{\varepsilon} \quad \text{и} \quad \mu^I = \sqrt{\mu}.$

Поскольку нам хорошо известно соотношение

$$C^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \mu_0},$$

мы можем положить «симметрично», что $C = \frac{1}{\varepsilon} = \frac{1}{\mu};$

тогда $C^2 = \frac{1}{\varepsilon^2} = \frac{1}{\mu^2}$ и $[\varepsilon^2] = [L^I T^I] = [\mu^2]$.

«Ориентация» для скорости света как «ориентация вектора» — вещь известная. В знаменателе каждой из симметрично записанных формул присутствует выражение для ориентированной скорости, что и соответствует «ориентированному» времени.

Переходя к распределению масс, мы можем записать выражение для энергии взаимодействия как взаимодействия тел, обладающих массой, игнорируя распределение электрических зарядов и «магнитных зарядов». Подобную процедуру можно выполнить и по полям электрических зарядов и магнитных зарядов, но каждый вид поля будет обладать своей метрикой и характеризоваться своим метрическим тензором. Определим число этих «метрик». Метрический тензор масс обозначим $g_{\alpha\beta}$. метрический тензор электрических зарядов $S_{\delta\gamma}$ и метрический тензор «магнитных масс» $l_{\sigma\pi}$. В парных взаимодействиях полей, поскольку сохраняется «общая энергия», а не энергия «механическая» или «электростатическая», инвариантом будет «сверхметрика» декартова произведения двух метрических тензоров. Таких «сверхметрик» будет три: $g_{\alpha\beta} \times S_{\delta\gamma}$; $g_{\alpha\beta} \times l_{\sigma\pi}$; $S_{\delta\gamma} \times l_{\sigma\pi}$. Переход от «скоростей» масс, зарядов и магнитных зарядов к обобщенным координатам и требует введения трех независимых ориентированных времен. Обычное скалярное ориентированное время, которое имеется нами в виду, можно рассматривать как ориентированный, «временной объем», образуемый смешанным векторным произведением трех временных векторов.

Всем известное неравенство «продольного» и «поперечного» времени в релятивистской динамике уже требовало отказа от «скалярных моделей» времени. В приведенном выше изложении этот факт, противоречащий постулату скалярного времени, используется в качестве аксиомы. Мы принимаем сразу, что масштабы времени по трем направлениям координатных осей могут быть различными. Естественно, что это формально означает отказ от «однородности» пространства, что очень часто имеет место в технических приложениях.

Рассмотренные нами примеры преследуют цель показать возможность формирования нового научного направления, значение которого как для решения прикладных задач, так и для развития теории трудно переоценить.

Кузнецов П.Г.

О работах Канта / Тензорные методы в теории динамических систем / Гамильтон. Форонмия или кинематика⁴⁷

1. Физические измеряемые величины — тензоры

Г. Крон, к знакомству с работами которого мы сейчас приступаем, в свое время обратил внимание на то, что **ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ НЕ МОГУТ ИЗМЕРЯТЬ СИМВОЛОВ МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ**. Физические приборы могут измерять **ТОЛЬКО ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**. Но именно эти измеренные физические величины и наполняют жизнью безжизненные формулы математических уравнений.

«ТЕНЗОР» — это другое имя **ИЗМЕРЯЕМОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ**.

Поскольку все традиционные курсы тензорного анализа и тензорной алгебры обычно читаются без упоминания о физических измеряемых величинах, то возникает известный разрыв между **ЗНАНИЕМ** математики и **УМЕНИЕМ** ей пользоваться в решении практических проблем. Работы Г. Крона ориентированы на выработку **УМЕНИЯ** использовать тензорные методы в решении практических проблем, но предполагают приличное **ЗНАНИЕ** математики.

Возьмем сразу «быка — за рога!» Любой изучаемый нами объект, для которого делается физико-математическое описание, мы будем называть «**ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ**». Всякая (любая!) динамическая система в физико-математическом смысле характеризуется:

1. Уравнениями движения;
2. Инвариантами;
3. Типом геометрии.

Пример рассмотрения различных динамических систем очень хорошо изложен Дж.Л. Сингом (в другой транскрипции — Синджем) в маленькой элегантной книжечке — «Тензорные методы в динамике», изданной у нас в 1947 г. и написанной на языке оригинала в 1936 г. Хотя эта элегантная книга на 38 страниц содержит квинтэссенцию тензорных методов в динамике, мы не можем во всем согласиться с автором. В первую очередь это относится к «классификации» динамических систем.

⁴⁷ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному ноябрем 1996 – январем 2000 г. Публикуется впервые.

Классификатор Синга сделан на естественном языке и вводит расчленение динамических систем на системы с ПОСТОЯННЫМИ СВЯЗЯМИ и на системы с ПЕРЕМЕННЫМИ СВЯЗЯМИ. Системы с постоянными связями характеризуются как СКЛЕРОНОМНЫЕ, а системы с переменными связями характеризуются как РЕОНОМНЫЕ.

Дальнейшее членение Синга на системы ИНТЕГРИРУЕМЫЕ или голономные и на системы НЕИНТЕГРИРУЕМЫЕ или неголономные по отношению к уравнениям Пфаффа.

Третий вид членения на системы КОНСЕРВАТИВНЫЕ, т.е. имеющие потенциал, зависящий от координат, и НЕКОНСЕРВАТИВНЫЕ, т.е. не имеющие потенциала, зависящего от координат.

Почему нам не нравится этот классификатор?

Во-первых, для всех видов динамических систем вводится только одно риманово пространство. Мы полагаем, что такое ограничение только ОДНОЙ геометрией (что мы и выделили в пункте 3 нашего классификатора) рано или поздно окажется недостаточным. Уже сегодня для описания поведения просто электрических вращающихся машин нам необходима НЕРИМАНОВА динамика.

Во-вторых, для каждого из перечисленных типов динамических систем в каждом подразделении дается всегда ДВА признака, которые мы дали в пунктах 1 и 2: даются уравнения движения и дается «кинематический элемент». Если уравнения движения мы рассматриваем как действительный элемент классификации динамических систем, то соответствие «кинематического элемента» соответствующему ИНВАРИАНТУ требует дополнительного рассмотрения.

Наш классификатор строится на фундаментальном понятии физической измеряемой величины. Все возможные измеряемые физические величины мы задаем ОДНОЙ БЕСКОНЕЧНОЙ ТАБЛИЦЕЙ, строки и столбцы которой содержат ЦЕЛОЧИСЛЕННЫЕ (положительные и отрицательные) СТЕПЕНИ — ДЛИНЫ $[L]$ и ВРЕМЕНИ $[T]$.

Эта таблица является двухмерной, но содержит «РАССЛОЕНИЕ»: указанное расслоение возникает из-за различия между СКАЛЯРНЫМ и ВЕКТОРНЫМ произведением физических величин. Это расслоение проще всего заметить, когда нам приходится умножать СИЛУ на РАССТОЯНИЕ (ДЛИНУ) — если произведение скалярное, то мы имеем дело с ЭНЕРГИЕЙ, а если произведение векторное, то мы имеем дело с МОМЕНТОМ СИЛЫ. При обычном анализе размерностей, где

физическая величина должна однозначно определяться размерностью эти два случая оказываются неразличимыми.

Эта система «кинематических величин» дает нам КИНЕМАТИКУ или ФОРОНОМИЮ. В настоящее время о работе Hermann'a "Phononomia", вышедшей в 1716 г., известно сравнительно мало. Если вернуться на 200 лет назад, то с форономией можно встретиться у И. Канта. Поскольку И. Кант был последним философом, который совершил попытку физико-математического описания Вселенной, то поскольку мы сейчас воспроизводим эту попытку И. Канта, нам необходимо знать об этой неудачной попытке. Хотя попытка И. Канта оказалась неудачной, ее необходимо знать, так как общий уровень физико-математических наук до сих пор не соответствует культуре научного мышления, с которым мы встречаемся у И. Канта.

Знакомство с И. Кантом мы проведем по его работе 1786 года. Если пренебречь некоторыми архаичными выражениями, то замысел И. Канта дать физико-математическую картину Вселенной не столь плох и вполне соответствует нашей задаче — тензорным методам в описании динамических систем.

«МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ НАЧАЛА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ», 1786 год

Предисловие

Если слово ПРИРОДА берется только в формальном значении, означая первый, внутренний принцип всего, что относится к вещи, то наук о природе возможно столько же, сколько имеется специфически различных вещей, и каждая из этих вещей должна иметь свой собственный внутренний принцип определений, относящихся к ее существованию. Но слово ПРИРОДА употребляется и в МАТЕРИАЛЬНОМ значении, не как свойство (той или иной вещи), а как совокупность всех вещей, поскольку они могут быть ПРЕДМЕТАМИ НАШИХ ЧУВСТВ, стало быть и (предметами) опыта; тогда под этим словом понимается совокупность всех явлений, т.е. чувственно воспринимаемый мир, за вычетом всех объектов, не воспринимаемых чувствами. В этом значении слово ПРИРОДА подразделяется — сообразно основному различию наших чувств — на две основные части, из которых одна охватывает предметы ВНЕШНИХ чувств, другая — предмет ВНУТРЕННЕГО чувства; стало быть, возможно двойное учение о природе — УЧЕНИЕ О ТЕЛАХ и УЧЕНИЕ О ДУШЕ, причем первое рассматривает ПРОТЯЖЕННУЮ природу, а второе — МЫСЛЯЩУЮ.

Всякое учение, если оно СИСТЕМА, т.е. некая совокупность познания, упорядоченная сообразно принципам, называется НАУКОЙ; и

поскольку такие принципы могут быть основоположениями либо ЭМПИРИЧЕСКОГО, либо РАЦИОНАЛЬНОГО объединения познаний в одно целое, надлежало бы и науку о природе, будь то учение о телах или учение о душе, подразделять на ИСТОРИЧЕСКУЮ и РАЦИОНАЛЬНУЮ, если бы только слово ПРИРОДА (обозначая выведение многообразного содержания всего того, что относится к существованию вещей, из внутреннего ПРИНЦИПА природы) не делало необходимым познание природных вещей разумом, и лишь такое познание заслуживало бы названия науки о природе. Вот почему учение о природе лучше подразделить на ИСТОРИЧЕСКОЕ УЧЕНИЕ О ПРИРОДЕ... и на ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ.

В свою очередь естествознание было бы тогда наукой о природе либо в СОБСТВЕННОМ, либо в НЕСОБСТВЕННОМ смысле слова; первая исследует свой предмет всецело на основе априорных принципов, вторая — на основе законов опыта.

Наукой в СОБСТВЕННОМ смысле можно назвать лишь ту, достоверность которой аподиктична; познание, способное иметь лишь эмпирическую достоверность, есть ЗНАНИЕ лишь в НЕСОБСТВЕННОМ смысле. Систематическое целое познания может уже по одному тому, что оно систематическое, называться НАУКОЙ, а если объединение познаний в этой системе есть связь оснований и следствий, — даже РАЦИОНАЛЬНОЙ наукой. Но если ее основания или принципы... все же в конечном итоге эмпиричны, а законы, из которых данные факты объясняются разумом, суть лишь эмпирические законы, то они не сопровождаются сознанием их НЕОБХОДИМОСТИ (они достоверны не аподиктически), и тогда целое не заслуживает в строгом смысле названия науки...

...Рациональное учение о природе заслуживает, следовательно, названия науки о природе лишь тогда, когда законы природы, лежащие в ее основе, познаются а priori и не представляют собой лишь эмпирические законы. Познание природы первого рода носит название ЧИСТОГО, второго рода — ПРИКЛАДНОГО познания разумом. Так как слово ПРИРОДА уже предполагает понятие о законах, а это понятие — понятие о НЕОБХОДИМОСТИ всех определений вещи, относящихся к ее существованию, то ясно, почему наука о природе получает право называться такой лишь от ЧИСТОЙ своей части, а именно от той, которая заключает априорные принципы всех прочих объяснений природы, и лишь благодаря этой чистой своей части она есть наука в собственном смысле; ясно также, что в соответствии с требованиями разума любое

учение о природе в конечном итоге должно стремиться стать наукой о природе и в ней находить завершение, ибо упомянутая необходимость законов неразрывно связана с самим понятием природы, а потому непременно должна быть усмотрена...

...Всякая наука о природе в СОБСТВЕННОМ смысле нуждается, следовательно, в ЧИСТОЙ части, чтобы на ней могла основываться аподиктическая достоверность, которую ищет в науке разум; и так как в этой части принципы совершенно иного рода, чем чисто эмпирические, то будет также чрезвычайно полезно, более того, по существу дела в методологическом отношении совершенно обязательно излагать эту часть отдельно, вовсе не вдаваясь в другую, и притом по возможности излагать во всей ее полно- те, дабы можно было совершенно точно определить, что же разум способен дать сам по себе и где его способность начинает нуждаться в помощи эмпирических принципов. Чистое познание разумом из одних лишь ПОНЯТИЙ называется чистой философией или метафизикой; а то, которое основывает свое познание лишь на КОНСТРУИРОВАНИИ понятий, изображающих предмет в априорном созерцании, называется математикой...

...я утверждаю, что в любом частном учении о природе можно найти науки в СОБСТВЕННОМ смысле лишь столько, сколько имеется в ней МАТЕМАТИКИ. Ведь согласно сказанному, наука в собственном смысле, в особенности же естествознание, нуждается в чистой части, лежащей в основе эмпирической и опирающейся на априорное познание природных вещей. Познать же что-либо а priori — значит познать это на основе одной только возможности...

...Но познание разумом, основанное на конструировании понятий, есть познание математическое. Следовательно, чистая философия природы вообще, т.е. такая, которая исследует понятие природы вообще, хотя и возможна без математики, но чистое учение о природе, касающееся ОПРЕДЕЛЕННЫХ природных вещей (учение о телах и учение о душе), возможно лишь посредством математики; и так как во всяком учении о природе имеется науки в собственном смысле лишь столько, сколько имеется в ней априорного познания, то учение о природе будет содержать науку в собственном смысле лишь в той мере, в какой может быть применена в нем математика...

...Учение о душе никогда не может поэтому стать чем-то большим, чем историческое учение и — как таковое в меру возможности — систематическое учение о природе внутреннего чувства, т.е. описание природы души, но не наукой о душе, даже не психологическим

экспериментальным учением. Вот причина, почему для заглавия нашего труда, содержащего в сущности лишь принципы учения о телах, мы выбрали более общее название — Naturwissenschaft, сообразуясь с обычным словоупотреблением; ведь название Naturwissenschaft в СОБСТВЕННОМ СМЫСЛЕ относится единственно к учению о телах и это, следовательно, не приводит ни к какой двусмысленности.

Но чтобы стало возможным приложение математики к учению о телах, лишь благодаря ей способному стать наукой о природе, должны быть предпосланы принципы КОНСТРУИРОВАНИЯ понятий, относящихся к возможности материи вообще; иначе говоря, в основу должно быть положено исчерпывающее расчленение понятия о материи вообще. Это — дело чистой философии, которая для этой цели не прибегает ни к каким особым данным опыта, а пользуется лишь тем, что находит в самом отвлеченном (хотя по существу своему эмпирическом) понятии, соотнесенным с чистыми созерцаниями в пространстве и времени (по законам, существенно связанным с понятием природы вообще), отчего она есть подлинная МЕТАФИЗИКА ТЕЛЕСНОЙ ПРИРОДЫ.

Все натурфилософы, которые хотели применять математический метод при решении своих задач, всегда пользовались (хотя и бессознательно) и должны были пользоваться метафизическими принципами, несмотря на то что вообще-то они торжественно оберегали свою науку от посягательств метафизики. Без сомнения, они понимали под метафизикой иллюзию, будто можно придумывать разные возможности по своему усмотрению или играть такими понятиями, которые, быть может, вовсе нельзя изобразить в созерцании и которые не имеют никакого иного подтверждения своей объективной реальности, кроме ОТСУТСТВИЯ ВНУТРЕННЕГО ПРОТИВОРЕЧИЯ. Всякая подлинная метафизика почерпывается из самого существа мыслительной способности и из-за того, что не заимствуется из опыта, вовсе не есть фикция; она охватывает чистые акты мышления, стало быть априорные понятия и основоположения, единственно которые приводят многообразное содержание ЭМПИРИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ в закономерную связь, позволяющую этому многообразному стать ЭМПИРИЧЕСКИМ ПОЗНАНИЕМ, т.е. опытом...

Еще одним доводом в пользу подобного подхода может служить следующее: во всем, что носит название метафизики, можно надеяться достигнуть такой АБСОЛЮТНОЙ научной ПОЛНОТЫ, на которую нельзя рассчитывать ни в каком другом виде познаний; стало быть, как в

метафизике природы вообще, так и здесь, в метафизике телесной природы, можно с уверенностью надеяться на полноту...

...Схемой же, обеспечивающей полноту метафизической системы, будь то система природы вообще или система телесной природы в частности, служит таблица КАТЕГОРИЙ. Ведь чистых рассудочных понятий, которые касались бы природы вещей, не существует. Под четыре класса категорий, т.е. КОЛИЧЕСТВА, КАЧЕСТВА, ОТНОШЕНИЯ и, наконец, МОДАЛЬНОСТИ, должны быть подводимы и все определения всеобщего понятия материи, как такой, а тем самым и все, что мыслится о ней а priori, все, что может быть изображено в математическом конструировании или дано в опыте как определенный предмет его. Больше здесь нечего делать, открывать или добавлять, можно лишь улучшать там, где не хватает ясности или основательности.

Вот почему понятие материи следовало провести через все четыре названные функции рассудочных понятий (в четырех разделах), в и каждом случае к этому понятию присоединялось что-то новое. Основным определением того нечего, что должно быть предметом внешних чувств, было движение; ведь только посредством его и возможны воздействия на эти чувства. К движению же и рассудок сводит все предикаты материи, относящиеся к ее природе. Таким образом, естествознание вообще бывает либо чистым, либо прикладным УЧЕНИЕМ О ДВИЖЕНИИ.

МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ начала естествознания нужно, следовательно, разделить на четыре основных раздела:

- ПЕРВЫЙ из них рассматривает ДВИЖЕНИЕ как чистую ВЕЛИЧИНУ (Quantum) в его сложении, игнорируя качество подвижного, и он может быть назван ФОРОНОМИЕЙ;
- ВТОРОЙ раздел исследует движение как принадлежащее к КАЧЕСТВУ материи, называемому изначально движущей силой, и потому он носит название ДИНАМИКИ;
- ТРЕТИЙ изучает материю вместе с этим качеством в их взаимном ОТНОШЕНИИ в процессе ее движения и называется МЕХАНИКОЙ;
- ЧЕТВЕРТЫЙ, наконец, определяет движение или покой материи лишь в отношении к способу представления их к их МОДАЛЬНОСТИ, а, следовательно, определяет их как явление внешних чувств, и потому называется ФЕНОМЕНОЛОГИЕЙ...

...В настоящем сочинении я придерживаюсь математического метода, хотя и не со всей строгостью (для чего потребовалось бы больше

времени, нежели то, которым я располагал). Однако я подражал ему не для того, чтобы обеспечить лучший прием своему сочинению, придавая ему внешний вид основательности, а потому, что такая система, как я полагаю, вполне поддается подобной форме изложения и в более умелых руках с течением времени достигнет своего совершенства, если математики-естествоиспытатели под влиянием настоящего очерка сочтут немаловажным включить метафизическую часть, без которой они обойтись не могут, в свою всеобщую физику в качестве особой основной ее части и связать с математическим учением о движении» (И. Кант. Сочинения, Т. 6, — М.: Мысль, 1966. — С. 55-68).

Мы привели достаточно длинную выписку из Канта только для того, чтобы показать величие замысла Канта — реализация этого замысла вполне возможна и необходима. Описываемые работы Г. Крона и японской ассоциации прикладной геометрии и можно рассматривать как выполнение программы УНИФИКАЦИИ динамических систем.

Развитие замысла Канта, я имею в виду ПРЯМОЕ УКАЗАНИЕ на его работы, мы находим у У.Р. Гамильтона. Только в 1994 году появился перевод его работ, с ИДЕЕЙ — построить АЛГЕБРУ ВРЕМЕНИ! Я и хочу продолжить текст Гамильтоном, но, как я неоднократно говорил, есть еще один путь в современную науку, который проходит через имена Ферма, Эйлера, Лагранжа, Гамильтона, Максвелла, Клейна, Клиффорда и известного вам И.В. Арнольда.

Мы не уходим от исторической традиции рассмотрения проблем механики, когда мы начинаем с кинематики или фонономии. Любая траектория динамической системы представляет собою «линию» в пространстве и времени. Естественнее всего рассмотреть ВСЕ ВОЗМОЖНЫЕ ДВИЖЕНИЯ «представляющей точки» на ПРЯМОЙ. Как не прост этот случай, но именно этот самый простейший случай не был удостоен тщательного рассмотрения. Путь, пройденный по прямой нашей «представляющей точкой», может рассматриваться как описываемый разложением в бесконечный ряд по степеням времени. Если первый член этого ряда дает нам величину «смещения», то все последующие члены этого ряда, представленные коэффициентами при возрастающих степенях параметра «время», являются ФИЗИЧЕСКИМИ ВЕЛИЧИНАМИ различной размерности. Мы хорошо знаем первый коэффициент этого ряда, называемый «скоростью», второй коэффициент этого ряда, называемый «ускорением», а для всех последующих коэффициентов у нас нет «имен»! Нет собственного имени для члена ряда, который должен давать «изменение ускорения за единицу времени». Я называю эту

величину БАРТИНИ. Следующий член ряда будет носить имя РИМАНА. Нет «имен» и для остальных коэффициентов этого бесконечного ряда...

Следует обратить особое внимание на то, что все коэффициенты этого бесконечного ряда ФИЗИЧЕСКИ РАЗЛИЧНЫ, что не позволяет их СУММИРОВАТЬ: нельзя «суммировать» такие величины, как «скорость» и «ускорение». Геометрически эта невозможность «суммировать» требует откладывать эти величины по «независимым направлениям», где каждому коэффициенту этого ряда соответствует свой «орт», свое независимое «направление».

Это геометрическое «изображение» движения представляющей точки по ПРЯМОЙ приводит к формированию «многомерного пространства», число «измерений» которого просто равно числу членов этого разложения в бесконечный ряд. Можно сказать, что любое возможное движение представляющей точки по ПРЯМОЙ изображается геометрически гильбертовым пространством с бесконечным числом «измерений». Два «одинаковых» движения представляющей точки по прямой дают «совпадение» изображающих точек в нашем бесконечномерном гильбертовом пространстве. Наоборот, различные движения представляющей точки по прямой изображаются двумя РАЗЛИЧНЫМИ точками в этом гильбертовом пространстве.

Этот простейший случай одномерного движения по прямой мы разобрали достаточно тщательно. Зададимся теперь вопросом: «Что изменится в нашем описании ПРЯМОЛИНЕЙНОГО движения представляющей точки, если она будет двигаться по ПРЯМОЙ, но по ПРЯМОЙ, которая лежит в некоторой ПЛОСКОСТИ?».

Аналогичный вопрос можно задать и для ПРЯМОЛИНЕЙНОГО движения представляющей точки в ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ. Разобрав случаи одномерного пространства, двумерного и трехмерного пространства — мы можем обсуждать движение представляющей точки (точки, которая «представляет» ту или иную динамическую систему) в пространстве N измерений...

Кузнецов П.Г.

К вопросу о сущности жизни⁴⁸

Мне не хотелось бы «совершать насилие» над текстом: лучше обсудить исходные предпосылки. Что может служить основанием для написания любой книги и любой статьи? Зачем вообще «тревожить» будущего читателя?

Можно сказать, что первый ответ является «эмоциональным»: есть что-то, что «нам не нравится», «что-то нехорошо». Это внутреннее беспокойство и является основанием для «разумной книги» или «разумной статьи».

Эта эмоциональная реакция означает, что в этом мире дела идут не так хорошо, как хотелось бы... Далее, за эмоциональной реакцией, вступает в силу РАЦИОНАЛЬНОЕ РАЗМЫШЛЕНИЕ. Оно направлено на уяснение причин этого «неблагополучия». Здесь мы обращаемся к фантазии: «Что же должно быть? Как должен выглядеть этот ИЗМЕНЁННЫЙ лучший мир?».

Составив себе картину этого «идеального, лучшего мира», мы и вступаем в основную фазу работы: «Что же надо делать и как именно это надо делать СЕГОДНЯ, В КОНКРЕТНЫХ УСЛОВИЯХ НАШИХ ДНЕЙ, чтобы ИЗМЕНИТЬ этот мир в лучшую сторону?».

Именно такой мне и представляется канва «общения с читателем», которая основана на уважении к Личности читателя. Сегодня, рассматривая любую книгу (мы же живём в «сфере Разума»), мы стараемся уяснить себе, сколь хороша аргументация автора, всё ли он предусмотрел, не является ли замысел «маниловщиной»?

С другой стороны, имеется историческая традиция, которая делит автором на ДВА типа: «наблюдатели» и «конструкторы». Такой классификации, конечно, нигде нет, но она очень удобна. Есть у нас один философ, который занимался творчеством Чернышевского. И вдруг я не верю своим глазам: он называет его «инженером ИСТОРИИ». Вот те слова, которые относятся к В.И. Вернадскому, которые относятся к К. Марксу, Ф. Энгельсу, к В.И. Ленину... Да, нарождается «инженер — ИСТОРИИ». А разве всё учение о «ноосфере» не есть указание на формирование в общественном сознании чувства «инженера истории»?

⁴⁸ Текст публикуется согласно рукописи, датированной 1980-ми гг. (более точная датировка затруднительна). Публикуется впервые.

Я буду цитировать классиков, так как сама подборка цитат может оказаться полезной (но сразу вспомнил Феликса Кривина: «Наш философ подобен Сократу, но цикуту ему заменила цитата»). Речь идёт о свободе и необходимости. Метафизическое мышление их отделяет друг от друга, а диалектик видит их ПЕРЕХОД ДРУГ В ДРУГА:

«Гегель первый правильно представил соотношение свободы и необходимости. Для него свобода есть познание необходимости. «СЛЕПА необходимость, лишь ПОСКОЛЬКУ ОНА НЕ ПОНЯТА». Не в воображаемой независимости от законов природы заключается свобода, а в познании этих законов и основанной на этом знании возможности планомерно заставлять законы природы действовать для определённых целей. Это относится как к законам внешней природы, так и к законам, управляющим телесным и духовным бытием самого человека, — два класса законов, которые мы можем отделять один от другого самое большее в нашем представлении, отнюдь не в действительности. Свобода воли означает, следовательно, не что иное, как способность принимать решения со знанием дела. Таким образом, чем СВОБОДНЕЕ суждение человека по отношению к определённому вопросу, с тем большей НЕОБХОДИМОСТЬЮ будет определяться содержание этого суждения; тогда как неуверенность, имеющая в своей основе незнание и выбирающая как будто произвольно между многими различными и противоречащими друг другу решениями, тем самым доказывает свою несвободу, свою подчинённость тому предмету, который она как раз и должна была бы подчинить себе. Свобода, следовательно, состоит в основном на познании необходимостей природы... господство над нами самими и над внешней природой; она поэтому является необходимым продуктом исторического развития. Первые выделившиеся из животного царства люди были во всём существенном так же несвободны, как и сами животные; но каждый шаг на пути культуры был шагом к свободе» (Т. 20, стр. 116).

Установление В.И. Вернадским ПРИНЦИПА ЭКОЛЮЦИИ ЖИЗНИ, как принципа, который противоположен принципу Карно, и явилось для него (и не только для него!) открытием ЗАКОНА, с которым должен (!) действовать «Человек Разумный». Этот, обнаруженный им закон, не просто «закрыл брешь» в естественнонаучной картине мира, которой располагал марксизм, но и ОТКРЫЛ ЗАКОН, который действует во ВСЕХ ФОРМАХ ЖИЗНИ, от простейших её проявлений до высшей формы, и сделал это, как естествоиспытатель под влиянием ФАКТОВ. Здесь не просто «переоткрыт» К. Маркс, а решена проблема, которая до

сих пор СЧИТАЕТСЯ «НЕРЕШЁННОЙ». Нобелевская премия Пригожину — это факт «признания» возможности «научного проникновения в СУЩНОСТЬ жизни», но признание «возможности» — это нечто другое против РЕШЕНИЯ этой проблемы. В.И. Вернадский «свободен» в том смысле, что он установил ЗАКОН, согласуясь с которым, человечество и становится РАЗУМНЫМ, т.е. берёт в свои руки дальнейший ход исторического развития.

«Если обратить внимание на всю биогеохимическую работу, производимую живыми организмами, от них неотделимую и ими создаваемую за счёт захватываемой энергии, мы видим, что создаётся этим путём сложным, единый комплекс самодовлеющих организмов, активная энергия которых при одной и той же исходной, непрерывной, но не увеличивающейся энергии Солнца — увеличивается. Она увеличивается в ходе геологического времени. Это увеличение активной энергии сказывается хотя бы в увеличении сознательности и в росте влияния в биосфере в геохимических процессах единого комплекса жизни. Одна создание, медленно шедшее в геологическом времени, такой геологической силы, какой является для нашей психозойской эры цивилизованное человечество (стр. 222 и сл.), ясно это показывает.

Но то же самое показывает нам процесс эволюции видов, теснейшим образом связанный с ростом действенной геохимической энергии⁸⁴⁷ и с полной переработкой биосферы по-новому.

Воздействие жизни на биосферу увеличивается при единообразном притоке действенной (солнечной) энергии. Живое вещество её накапливает и создаёт, а не рассеивает.

То же сказывается и в расширении и углублении геохимических функций жизни в ходе геологического времени, во всё большем и большем разнообразии морфологических форм её, очевидно, неизбежно связанным с расширением химического разнообразия.

В явлениях биосферы, в силу существования жизни, энтропия вселенной должна была бы уменьшаться, а не увеличиваться. Это эмпирическое обобщение вызвало новые спекуляции. Немецкий физик Ф. Ауэрбах⁸⁴⁸ увидел в нём выражение нового принципа, противоречащего энтропии. Он назвал его эктропией. Он и другие исследователи старались вывести из него космогонические следствия.

Ничто, однако, не заставляет нас делать новые гипотезы. Энтропия Клаузиуса не имеет реального существования: это не факт бытия, это математическое выражение, полезное и нужное, когда оно даёт возможность выражать природные явления на математическом языке. Оно

верно только в пределах посылок. Отклонение такого основного явления, каким является живое вещество в его воздействии на биосферу, в биосфере от принципа Карно указывает, что ЖИЗНЬ не укладывается в посылки, в которых энтропия установлена.

Основным является то обстоятельство, что жизнь в своих самых резких проявлениях неразрывно и теснейшим образом (подобно радиоактивности) связана с микроскопическим разрезом мира, где такие законности, как законности термодинамики, не имеют приложения. Именно в биосфере эта теснейшая связь — нами ещё не понятая — жизни с явлениями, идущими вне обычного гравитационного поля, должна особенно резко сказываться, так как связь жизни с биосферой нерасторжима в тех её явлениях, которые нами изучаются, и сказывается в огромных перемещениях земного вещества.

Уже одна способность проявления в особом аспекте биогеохимических явлений (*рукопись обрывается*).

Кузнецов П.Г.

Теория организмов против теории механизмов / О синтезе специальной и общей теории относительности (теория физических теорий)⁴⁹

Размышляя над причиной возникновения антропного принципа Хокинга, я пришел к выводу, что невозможно из существующих предпосылок классической математической физики получить теорию ОРГАНИЗМОВ, но можно, исходя из теории организмов, получить, в качестве частного случая, теорию «МЕХАНИЗМОВ» природы, которыми занимается современная математическая физика.

Не следует думать, что автор «закладывает основы» теории организмов — подлинным основоположником теории организмов является Сергей Андреевич Подолинский, автор статьи «Труд человека и его отношение к распределению энергии в природе», опубликованной в журнале «Слово» в 1880 году.

Он пришел к выводу, что ЧЕЛОВЕЧЕСТВО является «совершенной машиной» в смысле Карно («Кто не хвалит С. Карно, но кто его читает!»), то есть машиной, которая превращает тепло в работу и использует полученную работу для нового цикла превращения тепла в работу.

Если действительно совокупное человечество или вся совокупность явлений жизни представляет собою в некотором смысле «ВЕЧНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВТОРОГО РОДА», то мы стоим перед ясно сформулированной проблемой: как должен измениться характер математической физики, чтобы в ее следствиях находилась СУЩЕСТВУЮЩАЯ ФОРМА ДВИЖЕНИЯ, называемая ОРГАНИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ. Я склонен считать, что явления органической жизни не противоречат ЗАКОНАМ ПРИРОДЫ. Я могу полагать, что список ЗАКОНОВ ПРИРОДЫ еще далек от ПОЛНОТЫ (то есть — я утверждаю, что природа содержит в себе СВОЙСТВА, которые не нашли еще своего отражения в списке ИЗВЕСТНЫХ ЗАКОНОВ ПРИРОДЫ), а, следовательно, этот список еще ждет тех или иных представителей рода человеческого, которые будут этот список ПОПОЛНЯТЬ, приближаясь в своем понимании к ВЕЛИЧИЮ ЗАМЫСЛА ТВОРЦА.

⁴⁹ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному ноябрем 1994 – мартом 1995 гг. Публикуется впервые.

Пятьдесят лет, которые автор потратил на поиск ответа: «Что такое жизнь?» и на поиск ПЕРВОГО, кто ответил на этот вопрос — ему пришлось избавляться от массы «ИДОЛОВ», заполняющих многочисленные книги и монографии. От этих идолов можно избавиться, если за исходную точку рассмотрения выбрать минимальный элемент процесса ЖИЗНИ, то есть ОРГАНИЗМ. Из теории ОРГАНИЗМА мы получим теорию МЕХАНИЗМОВ, но это будет уже более совершенная теория, чем та, которой располагает в настоящее время человечество.

В 1958 году в октябре в г. Москве состоялось первое Всесоюзное совещание по философским вопросам естествознания. Автор присутствовал на этом совещании, выступал на нем и на этом же совещании познакомился с выдающейся личностью — Густавом Иоганновичем Нааном, с которым и связывает меня многолетняя дружба. Меня особенно потрясло выступление Г.И. Наана. Он сказал:

«В заключение я хотел бы поставить один вопрос, на первый взгляд, может быть фантастического характера. При анализе совокупности фактов, известных науке, трудно избавиться от подозрения, что список фундаментальных законов природы существенно не полон, что нам не хватает по крайней мере одного очень общего закона. В самом деле. Мы имеем закон или законы, ответственные, грубо говоря, за стабильность и преемственность мирового порядка. Это законы сохранения, прежде всего закон сохранения энергии. Мы имеем другой закон, ответственный за направленность процессов природы, — второй закон термодинамики. Этот закон говорит об универсальной эволюции в направлении все большего беспорядка, хаоса, в направлении, если угодно, демобилизации энергии. Между тем, в природе мы наблюдаем самые разнообразные процессы, так сказать, антиэнтропийного характера — процессы становления, если брать их в философском плане, процессы возникновения сложного из более простого. Быть может, процессы, например, нуклеогенеза, возникновения звезд, планет, галактик, происхождения жизни, по крайней мере отчасти, именно потому с таким трудом поддаются раскрытию, что нам неизвестен соответствующий общий закон, и мы находимся во власти сильно укоренившегося представления о том, что все эти явления могут получить объяснение только как редкое исключение из общего правила.

Может быть, впрочем, дело обстоит как раз наоборот: мы не можем сформулировать этот общий закон именно потому, что конкретные механизмы этих процессов становления нам сколько-нибудь подробно еще неизвестны» («Философские проблемы современного

естествознания», АН СССР, М. 1959. стр. 420). В этом же сборнике имеется и текст выступления автора на стр. 608-609. Используя предложение Г.И. Наана, введем систему ПОСТУЛАТОВ, которых, как мне кажется, достаточно, для получения теории, охватывающей такой ПРОЦЕСС, как ОРГАНИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ.

Аксиоматическая формулировка данной проблемы состоит в рассмотрении ДВУХ ТЕРМОДИНАМИК: в первой мы имеем квазиуниверсальный закон — ЗАКОН РОСТА ЭНТРОПИИ.

Этот закон охватывает все МЕХАНИЗМЫ, как обобщенные каналы передачи мощности от источника к нагрузке. Все механизмы имеют коэффициент полезного действия МЕНЬШЕ ЕДИНИЦЫ.

Альтернативная термодинамика, охватывающая ОРГАНИЗМЫ, имеет дело С «УСИЛИТЕЛЯМИ» МОЩНОСТИ, кажушийся коэффициент полезного действия которых БОЛЬШЕ ЕДИНИЦЫ.

Само собою разумеется, что эти две аксиомы ПРЯМО ПРОТИВОПОЛОЖНЫ.

Но СУЩЕСТВУЕТ такая предметная область, в которой наблюдаются процессы как первого, так и второго типа: эта область была названа Гегелем — ХИМИЗМ. Та химия, которая в состоянии обеспечить решение проблемы синтеза живого из неживого, и будет еще ставшей областью науки, которую только ЗАВТРА (это «завтра» еще десятки лет!) можно будет называть словом ХИМИЯ.

Но попробуем разобраться с этими новыми областями науки в некотором смысле «по порядку».

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПОСТУЛАТ. Величина МОЩНОСТИ, приходящая на Землю от Солнца, является величиной ПОСТОЯННОЙ и составляет 10^{14} киловатт. Мы будем считать, что этого одного ФИЗИЧЕСКОГО ФАКТА достаточно для объяснения всего ПРОЦЕССА ЭВОЛЮЦИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ на планете Земля.

ПЕРВЫЙ ПОСТУЛАТ. ОРГАНИЗМ представляет собою «преходящий» элемент процесса ЖИЗНИ, то есть элемент, который обладает КОНЕЧНЫМ ВРЕМЕНЕМ ЖИЗНИ. Процесс ЖИЗНИ, в отличие от жизни отдельного организма существует БЕСКОНЕЧНОЕ ВРЕМЯ. Бесконечное время ПРОЦЕССА ЖИЗНИ определяется жизнью отдельных организмов.

ВТОРОЙ ПОСТУЛАТ. ПРОЦЕСС ЖИЗНИ состоит из подпроцессов жизни отдельных видов, каждый из которых представлен организмами определенного типа.

ТРЕТИЙ ПОСТУЛАТ. ПРОЦЕСС ЖИЗНИ обладает экспансионистской тенденцией, связанной с ростом вещества и пространства, охваченного явлениями жизни.

ЧЕТВЕРТЫЙ ПОСТУЛАТ. ЭКСПАНСИЯ ПРОЦЕССА ЖИЗНИ осуществляется посредством экспансии как отдельных видов, так и отдельных элементов вида — ОРГАНИЗМОВ.

ПЯТЫЙ ПОСТУЛАТ. Носителем экспансионистской тенденции процесса жизни в настоящее время является сознательное человечество, осознающее свою миссию в «освоении» Космоса, как «замысел» Творца.

ШЕСТОЙ ПОСТУЛАТ. Отдельные ОРГАНИЗМЫ рождаются и умирают (подобно каплям воды, образующим тело фонтана, которые приходят и уходят, а сам фонтан ПРОДОЛЖАЕТ СУЩЕСТВОВАТЬ), но вид, род и сам ПРОЦЕСС ЖИЗНИ — продолжает существовать.

СЕДЬМОЙ ПОСТУЛАТ. Результатом экспансии является РОСТ ПОТОКА ЭНЕРГИИ (МОЩНОСТИ) и УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕМПА РОСТА МОЩНОСТИ. Этот постулат может рассматриваться как ОБЪЕКТИВНОЕ ВЫРАЖЕНИЕ такого специфического понятия явлений жизни, как ЦЕЛЕСООБРАЗНОЕ ПОВЕДЕНИЕ или ЦЕЛЬ.

Приведенные постулаты должны настроить читателя на восприятие Космоса и Человека в нем, как на единый процесс, который рожден ЗАКОНОМ, трактуемым одними людьми, как ЗАКОН ПРИРОДЫ, а другими людьми как ЗАКОН ВСЕВЫШНЕГО или ЗАМЫСЕЛ ТВОРЦА. Поскольку никому не дано отличить законы природы, от законов Творца, то мы будем использовать только термин ЗАКОН, а уточняющая часть остается в распоряжении читателя.

Очевидно, что то, чего человечество достигло в научном рассмотрении природы должно войти в качестве органической части в теорию ОРГАНИЗМА и теорию ПРОЦЕССА ЖИЗНИ.

При принятии этих постулатов антропный принцип Хокинга СЛЕДУЕТ, как НЕОБХОДИМОСТЬ факта существования физиков-теоретиков, создающих математические теории Космоса, необходимые человечеству для выполнения человечеством возложенной на него миссии Творца.

Введение

Оставаясь в рамках нормальной физической теории, мы имеем в качестве исходного пункта принцип СОХРАНЕНИЯ МОЩНОСТИ или, как это теперь принято в теориях физико-математического типа, с принципом ИНВАРИАНТНОСТИ МОЩНОСТИ. Отсутствие этого принципа в учебниках можно считать недоразумением, так как

фактически этим принципом пользовался Лагранж, Максвелл и некоторые другие авторы.

Принцип инвариантности мощности позволяет обнаружить своеобразный дефект в развитии математической физики, который являет себя как противостояние принципов специальной и общей теории относительности. Формально это противоречие двух теорий связано с тем, что в одной (специальной) теории имеется независимость от «места применения», в то время как у другой в уравнения движения входит МЕСТО, то есть в уравнения движения входят КООРДИНАТЫ. Легко видеть, что уравнения электрического мотора, основанные на инвариантности мощности, не содержат КООРДИНАТ его местонахождения: они одинаково верны как для мотора, работающего на экваторе, так и для мотора, работающего на северном или южном полюсе. Между прочим, уравнения движения электрического мотора являются аналогом уравнений движения ОБЩЕЙ, а не СПЕЦИАЛЬНОЙ теории относительности. Наличие этого факта выглядит обнадеживающе в возможности синтеза как специальной, так и общей теории относительности.

Если чисто формально записать уравнения Лагранжа, то наличие этого потока энергии будет отражено в правых частях наличием ОБОБЩЕННОЙ СИЛЫ. Именно этот факт и не позволяет считать нашу планету «замкнутой» системой: она миллиарды лет находится под действием обобщенной силы. Разнообразие форм движения, порождаемых этой силой весьма велико, и не исключено, что явления жизни ВОЗНИКАЮТ и РАЗВИВАЮТСЯ под непрерывным воздействием этой обобщенной силы.

Физический смысл используемого нами «нового» инварианта для физических теорий весьма прост: планета Земля на протяжении миллиардов лет находится под воздействием потока лучистой энергии Солнца величиной около 10^{14} киловатт. Инвариантность этой величины мы и принимаем на новую ПОСТОЯННУЮ. Наше утверждение сводится к следующему: большую часть процессов природы Земли можно логично объяснить только исходя из существования этого потока энергии. Там, где мы встретим явления, которые требуют принятия других ГИПОТЕЗ (например, участия ядерной энергии), мы специально на этих новых гипотезах остановимся.

В этом введении мы хотели бы объяснить позицию автора относительно приведенного замысла. Эта позиция опирается на более тщательное рассмотрение некоторых вопросов, которые позволяют

отличать текст НАУЧНОЙ ТЕОРИИ от более или менее случайного набора слов в некоторых книгах, имеющих на обложке название: «Теория...».

Это предполагает наличие у автора ответа как минимум на три вопроса:

- Что такое научное мышление?
- Что такое математическая теория?
- Что такое физическая теория?

Для того, чтобы не возвращаться к глубинам человеческой истории, мы начнем рассматривать эти вопросы со времен И. Канта, касаясь лишь таких его предшественников, как Николай Кузанский и Лейбниц. Николай Кузанский нам необходим как основоположник ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА, а Лейбниц как основоположник ТЕХНОЛОГИИ, предложивший понятие «ЖИВАЯ СИЛА».

Что такое научное мышление?

Вопрос о возможности научного мышления был подвергнут весьма тщательному анализу Иммануилом Кантом. Последний признавал мышление НАУЧНЫМ в том и только в том случае, если это мышление является МАТЕМАТИЧЕСКИМ. И в наши дни имеется немало людей, которые разделяют точку зрения Канта, и я могу отметить, что отношу их к лучшим представителям интеллектуальной культуры человечества. Находится на уровне выдающегося философа, который жил всего два столетия назад — это выдающийся результат, который доступен далеко не каждому представителю рода человеческого. «Отрицаем» позиции Канта выступил Гегель, где понятие «ОТРИЦАНИЕ» имеет научный смысл. Последний соответствует ПОЛНОМУ ПРИНЯТИЮ позиции своего предшественника, указания на некоторую «односторонность» этой позиции, «ОБОБЩЕНИЯ» этой позиции до уровня, когда она может рассматриваться лишь как частный случай в новой теории. Если в начале XIX века такое понимание было доступно только Гегелю, то теперь такая позиция характерна для всей современной математики. Если читатель знаком с работой Д. Гильберта, посвященной основаниям геометрии, то позиция Гегеля — это та же позиция, которую продемонстрировал Гильберт.

Теперь, имея аналог гегелевского «отрицания» можно сказать, что Гегель относит свое «отрицание» к уровню АКСИОМ, полагая, что ЛЮБЫЕ АКСИОМЫ должны рассматриваться ПАРАМИ: наряду с утвердительным положением необходимо рассмотреть и его «отрицание».

Этот аспект ДИАЛЕКТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ, отрицающий универсальность любой аксиомы математической теории, к глубокому сожалению мало известен даже в кругу философов-профессионалов.

Великий Кант заметил, что словосочетание — «НЕПОСРЕДСТВЕННО СЛЕДУЕТ ЗА...» не имеет места нигде, кроме принципа ПОЛНОЙ (или математической) ИНДУКЦИИ. Рассматривая всякую научную теорию как СИСТЕМУ, Кант полагал, что теория ЛОГИЧНА если последовательность ее высказываний УПОРЯДОЧЕНА точно также, как числа натурального ряда. Здесь и только здесь мы имеем дело с корректным определением термина ПОРЯДОК, а он является лишь другим названием для... ЛОГИЧЕСКОГО СЛЕДОВАНИЯ.

Чем же в этом случае был недоволен Гегель? А он обнаружил, что в этом определении термина ПОРЯДОК не рассматривается корректное ОТРИЦАНИЕ этого термина — этот «ОБРАТНЫЙ» порядок должен быть подвергнут не менее тщательному рассмотрению. Кант обнаружил кардинальное различие между ВЫСКАЗЫВАНИЯМИ и СУЖДЕНИЯМИ, причем последние оказались связанными с КАТЕГОРИЯМИ. Я думаю, что будет нелишним рассказать об истории возникновения и развития категорий, которые и образуют ФУНДАМЕНТ подлинно научного мышления.

Математическая интерпретация того, что произошло в культуре научного мышления между Кантом и Гегелем, теперь, то есть два века спустя, более выразительно при математической интерпретации, чем при классическом философском изложении.

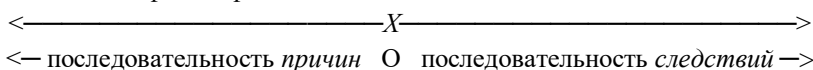


Рис. 1

На рис. 1 приведена аффинная прямая, где O — отмечена начальная точка, а от нее вправо идет БЕСКОНЕЧНАЯ ЦЕПЬ СЛЕДСТВИЙ. От этой же точки влево идет БЕСКОНЕЧНАЯ ЦЕПЬ ПРИЧИН. Как влево, так и вправо идут бесконечности, относительно которых любая наука ничего путного сказать не может. Здесь и появляется Гегель. Он говорит: «Это «дурные» бесконечности. Я предлагаю рассматривать только такие ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ ЦЕПОЧКИ, у которых ПОСЛЕДНЕЕ СЛЕДСТВИЕ являет себя как ПЕРВАЯ ПРИЧИНА». На языке современной математики Гегель «пополнил» аффинную прямую НЕСОБСТВЕННОЙ ТОЧКОЙ, которая обеспечила переход от аффинной геометрии к геометрии ПРОЕКТИВНОЙ.

Именно наличие этой «НЕСОБСТВЕННОЙ» точки и характеризует МЕТОД ГЕГЕЛЯ, где ПРОТИВОРЕЧИЕ следует понимать как наличие элемента, в котором ПРОТИВОПОЛОЖНОСТИ демонстрируют свое ТОЖДЕСТВО.

Работа с «ЛОГИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ» отличается от работы с грамматической формой «высказывания». Во всех работах по формальной логике и в ее развитой форме, в форме МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ, имеется утверждение, что каждое высказывание является носителем одного из двух предикатов: «ЛОЖЬ» или «ИСТИНА». В более широком смысле каждое высказывание, безусловно истинное в ОДНОМ КОНТЕКСТЕ, становится столь же безусловно ложным в ДРУГОМ КОНТЕКСТЕ. Пока это «рядовое» высказывание, с этим можно мириться, но нельзя с этим мириться, если данное высказывание является АКСИОМОЙ математической теории — необходимо рассмотреть ДРУГУЮ математическую теорию, основанную на ОТРИЦАНИИ данной аксиомы. Такая конструкция, рассматривающая положительное утверждение некоторой аксиомы и рассматривающая логические следствия ее отрицания и гарантирует (по Гегелю) ПОЛНОТУ РАССМОТРЕНИЯ!

Однако, если математики хорошо знают, что такое АКСИОМЫ, то они менее осведомлены по поводу того, что называется «КАТЕГОРИЯ». Аналогичная ситуация, между прочим, существует и в самой философии. Я полагаю, что лучше всех (из математиков) эту проблему изучил Каган.

Предоставим слово В.Ф. Кагану, написавшему целую серию очерков по истории геометрии, что нашло свое отражение в книге «Очерки по геометрии» (изд. МГУ, 1963 г): мы считаем, что в работе «Предыстория учения об основаниях геометрии» В.Ф. Кагана так же возвышается над историческими очерками Н. Бурбаки, как К. Маркс возвышается над гением Гегеля. Мы полагаем, что В.Ф. Каган горел желанием ПОНЯТЬ, как именно Н.И. Лобачевский и Янош Бойяи сумели «вырвать» историческое развитие математики из «узкой колеи» геометрического мира Евклида. Как не вспомнить еще одну песню В. Высоцкого — «Колея».

Итак, мы приведем полностью весь раздел 4 — «Учение о категориях или об истолковании суждений» из книги В.Ф. Кагана. Когда мы ниже обратимся к КОНКРЕТНЫМ СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ, ориентированным на управление ЦЕЛЕВЫМИ КОМПЛЕКСНЫМИ ПРОГРАММАМИ, то читатель будет в состоянии различать, о чем идет речь, если мы требуем ответа на определенные вопросы, когда

составляется **КОНКРЕТНЫЙ ПЛАН ДЕЙСТВИЙ** в решении той или иной **НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ**.

«4. Учение о категориях и об истолковании суждений.

По-видимому, Андроник Родосский, выпустивший в середине I столетия до нашей эры первое собрание сочинений Аристотеля, — после того, как его манускрипты, пролежав около 200 лет в подвалах Малой Азии, были возвращены в Европу, — объединил сочинения, посвященные логике, в один кодекс под названием «Органон». В состав этого кодекса вошло пять сочинений: 1) Категории, 2) Об истолковании, 3) Первая аналитика, 4) Вторая аналитика, 5) Топика; некоторые авторы выделяют восьмой раздел последней книги в особое сочинение под названием «Софистические доказательства». «Органон» представляет собой, таким образом, собрание сочинений, которые частично были составлены без прямой зависимости одно от другого. Трудно даже точно установить последовательность, в которой они были составлены. По-видимому, первым по времени была «Топика» — самое большое по объему из этих сочинений. К вопросам логики, хотя и не столь систематически, Аристотель возвращается и в других своих сочинениях, особенно в «Метафизике». Однако по содержанию указанная выше последовательность, по-видимому, установленная Андроником, представляется наиболее естественной. Дадим весьма краткий обзор сочинений, входящих в состав «Органона», как имеющих для нас наиболее важное значение.

Первое сочинение «Категории»⁵⁰ имеет целью установить наиболее общие родовые понятия, т.е. такие понятия, которые охватывают все существующее, все нами мыслимое — как материальное, так и **АБСТРАКТНОЕ** (*выделено мной* — Здесь В.Ф. Каган остается «математиком» — точный перевод этого термина не «абстрактное», а «ИДЕАЛЬНОЕ», т.е. производное от «мира идей» его учителя Платона. Вопрос об «объективной реальности идеальных объектов», в том числе и «математических объектов», получил свое разрешение сравнительно недавно в посмертных публикациях Э.В. Ильенкова в «Вопросах философии» №№ 6-7 за 1979 г. — П.Г.).

«Все, что мы называем тем или иным словом, должно войти в состав **ОДНОЙ И ТОЛЬКО ОДНОЙ КАТЕГОРИИ** (*выделено мной* — Именно здесь и находится противоположность «математической» и

⁵⁰ «Категории» изданы на русском языке в переводе А.В. Кубицкого со вступительной статьей и примечаниями Г.Ф. Александрова (М., 1939).

«диалектической» логики нашего времени — для диалектики У КАЖДОГО СЛОВА имеется всегда ДВЕ ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ СТОРОНЫ, когда оно становится не словом ПРЕД-ставлением, а ПОНЯТИЕМ. — П.Г.). Установление категорий есть, таким образом, высшая классификация всего сущего. Возникновение этой классификации, по-видимому, было вызвано точкой зрения Аристотеля на определение понятий. Определение каждого понятия, по Аристотелю, осуществляется путем его включения в ближайшее родовое понятие и указания видовых отличий. Хорошо известна стандартная формулировка этого правила, как она была дана средневековыми схоластиками: *definitio fit ex genere proximo ac differentia specifica* (определение составляется из ближайшего родового понятия и видового отличия). Мы будем называть это «аристотелевым правилом логического определения». Так, определяя ромб, как параллелограмм, в котором смежные стороны равны, мы включаем ромб в родовое понятие «параллелограмм» и выделяем его присущим ему видовым отличием — равенством смежных сторон. Когда некоторое понятие, согласно этому правилу определено, то определение родового понятия, в которое оно включено, требует еще более общего понятия; и так как это ВОСХОЖДЕНИЕ (*выделено мной* — Этот термин «восхождение» в диалектической логике имеет прямо противоположное значение! «Восхождение от абстрактного к конкретному» как раз и является, по отношению к логике Аристотеля, «нисхождением»). Какие фокусы с каждым «понятием» проделала история научно-теоретического мышления. — П.Г.), как указывает Аристотель, не может продолжаться неограниченно, то мы в этом порядке неизбежно должны прийти к понятиям, которые уже не могут быть включены в более общие понятия, по выражению Аристотеля, — не могут быть включены ни в какое подлежащее, как его часть, и могут в определенных подчиненных понятиях служить только ПРЕДИКАТАМИ (*выделено мной* — Сравни этот «предикат» и следующее ниже изложение, с «исчислением предикатов» современных «около-математических логиков»: не случайно есть песенка: «Если сядет вошь на вилы...» — П.Г.). Эти-то понятия, которые по своей общности уже определения не допускают и СУТЬ КАТЕГОРИИ (*выделено мной* — П.Г.). Установление категорий имеет очень большое значение для науки вообще, для оснований геометрии в частности. Приведем целиком четвертую главу этого сочинения.

«Глава четвертая.

Из слов, высказываемых без какой-либо связи, каждое означает или сущность, или качество, или количество, или отношение, или место, или

время, или положение, или обладание, или действие, или страдание. Сущностью является, коротко говоря, например, человек, лошадь. Количество — это, например, в два локтя, в три локтя. Качество — например, белое, сведущий в грамматике. Отношение — например, двойной, половинное, большое. Где — например, на площади, в Ликее. Когда — например, вчера, в прошлом году. Положение — например, сидит, лежит. Обладание — например, обут, вооружен. Действие — например, режет, жжет. Страдание — например, его режут, жгут. Каждое из перечисленных слов само по себе не обозначает никакого утверждения или отрицания, но утверждение или отрицание, по-видимому, или истинно, или ложно; из слов же, высказываемых вне всякой связи, ни одно не является ни истиною, ни ложью, как например, человек, белое, бежит, побеждает».

Аристотель устанавливает, таким образом, десять категорий, в которые укладывается все сущее в самом широком смысле этого слова. Следующие главы «Категорий» выясняют каждую из этих категорий порознь, выявляют важнейшие их виды, возможность их сосуществования В МЕСТЕ ИЛИ ВО ВРЕМЕНИ (*выделено мной* — Заметим, но не В МЕСТЕ И ВРЕМЕНИ — ОДНОВРЕМЕННО, где спрятано противоречие ДВИЖЕНИЯ. — П.Г.). Автор как бы старается убедить читателя, что это действительно категории, что ими действительно охватывается все сущее (*прим. П.Г.* — Сравни Аристотеля с современной «Теорией категорий» в математической науке наших дней!). И именно в этой классификации, а не в формальном делении понятий заключалась цель Аристотеля, заключалось значение его категорий.

Установлением категорий занимались и до Аристотеля; не раз возвращался к этому вопросу и сам Аристотель; неисчислимо множество раз этим занимались философы после него, вплоть до нашего времени. И классификация Канта (его 12 категорий) не более убедительна, чем 10 категорий Аристотеля.

Математики хорошо знают, что вопрос, который в течение тысячелетий не получил разрешения, почти всегда носит в себе порочность задания; несомненно, что такая порочность крылась и в постановке вопроса о категориях, как его понимал Аристотель. Прежде всего, можно ли говорить о единой классификации всего сущего? Однозначна ли задача такой классификации? Далее, может ли идти речь о постоянной, устойчивой классификации всего сущего, включая сюда и отвлеченные понятия, когда самая совокупность этих понятий постоянно изменяется? Многие понятия эволюционирующей науки не укладываются

без больших натяжек ни в категории Аристотеля, ни в какую бы то ни было из позднейших категорий. Сама постановка задачи является порочной с точки зрения диалектического материализма» (В.Ф. Каган. «Очерки по геометрии». — Изд. МГУ, 1963, С. 72-75).

Мы привели этот длинный отрывок из работы В.Ф. Кагана, чтобы иметь возможность выделить именно то, что в современном научном мышлении называется КАТЕГОРИЯ. Гегель был первый, кто заметил, что категории НЕЛЬЗЯ ЗАДАВАТЬ СПИСКОМ: ОНИ ОБРАЗУЮТ «КАТЕГОРИАЛЬНЫЕ ПАРЫ». Эти категориальные пары известны в современной математике, как нечто, объединяющие «двойственность» (проективной геометрии), «симметрию» в смысле Г. Вейля и Е. Вигнера и некоторые другие «обобщения».

При работе с категориальной парой предполагается некоторый вид умственной деятельности, называемый «РАЗМЫШЛЕНИЕМ». Если первый член категориальной пары называть «субъектом» (имеется в виду «субъект суждения»), а второй член категориальной пары называть «предикатом», то СУЖДЕНИЕ состоит в ЧЕТЫРЕХ ШАГАХ РАЗМЫШЛЕНИЯ:

1. «субъект» НЕ ЕСТЬ «предикат».

Осуществляем «обращение» этого утверждения:

2. «предикат» НЕ ЕСТЬ «субъект».

Заполнив содержательно связку «не есть», для чего и необходимо РАЗМЫШЛЕНИЕ над предметом, мы начинаем размышлять над ПРОТИВОПОЛОЖНЫМ УТВЕРЖДЕНИЕМ:

3. «субъект» ЕСТЬ «предикат».

Заполнив связку на этом шаге, «обращаем» суждение:

4. «предикат» ЕСТЬ «субъект».

Я привел эти «правила» для философов, которые не привыкли к работе с ЛОГИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ и могут путать их с ГРАММАТИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ высказывания. Для тех, кто изучал «Капитал» К. Маркса, полезно знать, что до Маркса производилось членение капитала на основной и оборотный. Только Маркс ввел новую категориальную пару ПОСТОЯННЫЙ-ПЕРЕМЕННЫЙ. Этот шаг создает предпосылку для приведенных выше «шагов» работы с логической формой:

1. «ПОСТОЯННЫЙ» капитал НЕ ЕСТЬ «ПЕРЕМЕННЫЙ» капитал. Заполнение этой связки ОТДЕЛЯЕТ используемые материалы и технические средства от ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ, которая и составляет

своеобразную природу ПЕРЕМЕННОГО капитала. Все, что не есть заработная плата, хотя и обладает стоимостью, ПЕРЕНОСИТСЯ на стоимость создаваемого продукта БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ. Именно в этом и состоит ее ПОСТОЯНСТВО.

2. «ПЕРЕМЕННЫЙ» капитал НЕ ЕСТЬ «ПОСТОЯННЫЙ» капитал.

Здесь также завершается аналитическая работа над приведенным утверждением.

(Между прочим, такого рода анализ по категориальной паре «ПОСТОЯННЫЙ» – «ПЕРЕМЕННЫЙ» соответствует в анализе проблемы, которая получит математическую формулировку в форме: «Укажите, что в Вашей проблеме будет считаться ПОСТОЯННЫМ (ИНВАРИАНТНЫМ), а что будет считаться ПЕРЕМЕННЫМ». После такого анализа разрешается приступить к анализу задачи с точки зрения того, что ИЗВЕСТНО, а что НЕИЗВЕСТНО. чаще всего начинают обсуждать пару ИЗВЕСТНОЕ-НЕИЗВЕСТНОЕ, не зафиксировав содержание пары ПОСТОЯННОЕ-ПЕРЕМЕННОЕ.)

Анализ развития капитала не был завершён Марксом. Для завершения анализа было бы необходимо обнаружить РАЗВИТИЕ, которое всегда являет себя в ОТРИЦАНИИ предыдущего рассмотрения. Это соответствует ОСМЫСЛИВАНИЮ того, КАК ИМЕННО может осуществляться переход к утверждению ПРОТИВОПОЛОЖНОГО УТВЕРЖДЕНИЯ.

Можно думать, что это может иметь такой вид:

3. «ПОСТОЯННЫЙ» капитал есть «ПЕРЕМЕННЫЙ» капитал.

Такой эффект может наблюдаться по отношению к тому, что принято называть «научно-технической революцией». Новенький станок может «умереть», если где-то на рынке появился более совершенный станок, предназначенный для этой же цели, но который стоит дешевле. В первом приближении стоимость названного выше первого станка УПАДЕТ до стоимости изобретенного станка той же производительности. Это ИЗМЕНЕНИЕ СТОИМОСТИ станка и есть эмпирический факт, который вынуждает нас принять эффект ИЗМЕНЕНИЯ в величине казалось бы «постоянного» капитала. Чем чаще будут наблюдаться такие изменения стоимости технических средств под влиянием изобретений и открытий, тем менее «ПОСТОЯННЫЙ» капитал можно будет считать «ПОСТОЯННЫМ». Наоборот, переменный капитал, за которым стоит ЖИВОЙ ТРУД, ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА, все более и более приобретает свойство «ПОСТОЯННОГО» капитала и все более и более

становится ПОДЛИННЫМ БОГАТСТВОМ ОБЩЕСТВА. Ибо только ЖИВОЙ, ДЕЯТЕЛЬНЫЙ ЧЕЛОВЕК и является подлинной причиной «моральной смерти» технических средств. Описанный анализ и входит в заполнение связки ЕСТЬ в четвертом шаге работы с логической формой:

4. «ПЕРЕМЕННЫЙ» капитал ЕСТЬ «ПОСТОЯННЫЙ» капитал и ПОДЛИННОЕ БОГАТСТВО ОБЩЕСТВА.

Можно приводить множество «примеров», которые ничему НЕ УЧАТ, ибо культура мышления формируется НАВЫКОМ, ПРИВЫЧКОЙ регулярной работы РАЗМЫШЛЕНИЯ по стандартным шагам вопросов, порождаемых логическими формами.

Приведенные «правила», управляющие РАЗМЫШЛЕНИЕМ, можно сформулировать в «квазиматематической форме»:

3. Некоторое A ТОЖДЕСТВЕННО некоторому B .

Размышляем над смыслом этого тождества.

4. Некоторое B ТОЖДЕСТВЕННО некоторому A .

Этими двумя шагами мы осуществляем ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ. Наоборот, следующие два шага состоят в ПРОТИВОПОЛОЖЕНИИ этих же двух элементов:

1. Некоторое A НЕ-ТОЖДЕСТВЕННО некоторому B .

На следующем шаге мы рассматриваем «обращение» этого утверждения:

2. Некоторое B НЕ-ТОЖДЕСТВЕННО некоторому A .

Если шаги 3 и 4 являются типичными для любой математической аксиомы, то шаги 1 и 2 — и есть ФИЛОСОФСКИЙ ВЗГЛЯД НА ЛЮБУЮ АКСИОМУ математической теории.

Приведем пример, требующий культуры научного мышления в работе с исходными правильными формами, представляющими АКСИОМЫ развиваемой математической теории:

$$1 + 1 = 2;$$

$$1 + 1 = 1;$$

$$1 + 1 = 0.$$

Формальной заменой «одинаковых изображений» эту таблицу можно привести к виду:

$$A = B;$$

$$A = C;$$

$$A = D.$$

Понятие истины в математике

С. 20-21.

«Математики всегда были уверены, что они доказывают «истины» или «истинные высказывания»; убеждение это, очевидно, не может не носить субъективного или метафизического характера, и с позиций математики его нельзя не оправдать, ни даже придать ему смысл, не превращающий его в тавтологию. Поэтому история понятия истины в математике относится к истории философии, а не математики; но эволюция этого понятия имела бесспорное влияние на эволюцию математики и по этой причине мы не можем обойти ее молчанием.

Прежде всего заметим, что математики, обладающие основательной философской культурой, встречаются также редко, как и философы, имеющие обширные познания в математике. Точка зрения математиков на вопросы философского порядка, даже если эти вопросы имеют существенное значение для их науки, в большинстве случаев основана на мнениях, полученных из вторых и третьих рук и из источников сомнительной ценности».

С. 53.

«Условием *sine qua non* всей математики в любую эпоху считалось отсутствие противоречий. Начиная с Аристотеля, логика была уже настолько развита, что ученые прекрасно понимали, что из противоречивой теории можно вывести все что угодно».

Архитектура математики

С. 245-246.

«Дать в настоящее время общее представление о математической науке — значит заняться таким делом, которое, как кажется, с самого начала наталкивается на почти непреодолимые трудности благодаря обширности и разнообразию рассматриваемого материала.

...Многие из математиков устраиваются в каком-либо закутке математической науки, откуда они и не стремятся выйти, и не только почти полностью игнорируют все то, что не касается предмета их исследований, но не в силах даже понять язык и терминологию своих собратьев, специальность которых далека от них. Нет такого математика, даже среди обладающих самой обширной эрудицией, который бы не чувствовал себя чужеземцем в некоторых областях огромного математического мира; что же касается тех, кто подобно Пуанкаре или Гильберту оставил печать своего гения почти во всех его областях, то они составляют даже среди наиболее великих редчайшее исключение.

Поэтому даже не возникает мысли дать неспециалисту точно представление о том, что даже сами математики не могут постичь во всей полноте. Но можно спросить себя, является ли это обширное разрастание развитием крепко сложенного организма, который с каждым днем приобретает все больше и больше согласованности и единства между своими вновь возникающими частями, или, напротив, оно является только внешним признаком тенденции к идущему все дальше и дальше распаду, обусловленному самой природой математики; не находится ли эта последняя на пути превращения в Вавилонскую башню, в скопление автономных дисциплин, изолированных друг от друга как по своим методам, так и по своим целям и даже по языку? Одним словом, существует в настоящее время одна математика или несколько математик?

Хотя в данный момент этот вопрос особенно актуален, ни в коем случае не надо думать, что он нов; его ставили с первых же шагов математической науки. Ведь действительно, если даже не принимать в расчет прикладной математики, между геометрией и арифметикой (по крайней мере, в их элементарных разделах) существует очевидная разница в происхождении, поскольку последняя вначале была наукой о дискретном, а первая — наукой о непрерывной протяженности (два аспекта, которые были коренным образом противопоставлены друг другу после открытия иррациональностей). Именно это открытие оказалось роковым для первой попытки унификации нашей науки — арифметизации пифагорейцев («все вещи суть числа»).

Мы бы зашли слишком далеко, если бы от нас потребовали проследить те превратности судьбы, которым подвергалась унитарная концепция математики от пифагорейцев до наших дней. Кроме того, это — работа, к которой более подготовлен философ, чем математик, так как общей чертой всех попыток объединить в единое целое математические дисциплины — все равно, идет ли речь о Платоне, о Декарте или Лейбнице, об арифметизации или логистике XIX в., — является то, что они делались в связи с какой-либо более или менее претенциозной философской системой, причем исходным пунктом для них всегда служили априорные воззрения на отношения между математикой и двойной действительностью мира внешнего и мира мысли».

С. 247.

«В настоящее время, напротив, мы думаем, что внутренняя эволюция математической науки вопреки видимости более чем когда-либо упрочила единство ее различных частей и создала своего рода

центральное ядро, которое является гораздо более связным целым, чем когда бы то ни было. Существенное в этой эволюции заключается в систематизации отношений, существующих между различными математическими теориями; ее итогом явилось направление, которое обычно называют «аксиоматическим методом».

С. 248.

«Упорядочить словарь этого языка и уточнить его синтаксис — это значит сделать очень полезное дело, эта работа и составляет действительно одну из сторон аксиоматического метода, а именно ту, которую следует назвать логическим формализмом (или, как еще говорят, «логистикой»). Но — и мы настаиваем на этом — ЭТО ТОЛЬКО ОДНА СТОРОНА и при том наименее интересная.

То, что аксиоматика ставит перед собой в качестве основной цели — уразумение существа математики, именно этого не может дать логический формализм, взятый сам по себе. Точно так же, как экспериментальный метод исходит из априорной уверенности в постоянстве законов природы, аксиоматический метод берет за точку опоры убеждение в том, что если математика не является нанизыванием силлогизмов в направлении, избранным наугад, то она тем более не является более или менее хитрым искусством, состоящим из произвольных сближений, в котором господствует одна техническая ловкость. Там, где поверхностный наблюдатель видит лишь две или несколько теорий, совершенно отличных друг от друга по своему внешнему виду, и где вмешательство гениального математика приводит к обнаружению совершенно «неожиданной помощи», которую одна из них может оказать другой, там аксиоматический метод учит нас искать глубокие причины этого открытия, находить общие идеи, скрывающиеся за деталями, присущими каждой из рассматриваемых теорий, извлекать эти идеи и подвергать их исследованию».

С. 257.

«Введя эти неизбежные поправки, можно лучше понять внутреннюю жизнь математики, понять то, что создает ее единство и вносит в нее разнообразие, понять этот большой город, чьи предместья не перестают разрастаться несколько хаотическим образом на окружающем его пространстве, в то время как центр периодически перестраивается, следуя каждый раз все более и более ясному плану и стремясь к все более и более величественному расположению, в то время как старые кварталы с их лабиринтом переулков сносятся для того, чтобы проложить к окраине улицы все более прямые, все более широкие, все более удобные».

С. 257-259 (Возвращение к прошлому и заключение)

«Концепция, которую мы только что пытались изложить, возникла не сразу, а лишь в результате более чем полувековой эволюции и была встречена не без сопротивления как со стороны философов, так и со стороны математиков. Многие из этих последних долго не могли согласиться рассматривать аксиоматику как что-либо большее, чем ненужные тонкости логиков, неспособные оплодотворить какую-либо теорию. Эта критика объясняется, без сомнения, исторической случайностью: аксиоматизации, которые появились первыми и которые имели наибольший отклик (аксиоматизации арифметики Дедекинда и Пеано, евклидовой геометрии Гильберта), касались унивалентных теорий, т.е. таких, которые полностью определялись совокупностью своих аксиом, причем система этих аксиом не могла быть применена к какой-либо другой теории, кроме той, из которой она была извлечена (в противоположность тому, что мы видели, например, в теории групп). Если бы это имело место для всех структур, то упрек в бесплодности, выдвинутый по адресу аксиоматического метода, был бы полностью оправдан⁵¹.

Но этот метод доказал свою мощь своим развитием, и отвращение к нему, которое еще встречается там и сям, можно объяснить лишь тем, что разум по естественной причине затрудняется допустить мысль, что в конкретной задаче может оказаться плодотворной форма интуиции, отличная от той, которая непосредственно подсказывается данными (и которая возникает в связи с абстракцией более высокого порядка и более трудной).

Что же касается возражений со стороны философов, то они относятся к области, где мы не решаемся всерьез выступать из-за отсутствия компетентности; основная проблема состоит во взаимоотношении мира экспериментального и мира математического⁵².

⁵¹ Мы были свидетелями также, особенно в то время, когда аксиоматический метод только начал развиваться, расцвета УРОДЛИВЫХ СТРУКТУР, ПОЛНОСТЬЮ ЛИШЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ, единственное достоинство которых заключалось в том, что, изучая их, можно было дать точную оценку значимости каждой аксиомы, выясняя, что происходит, когда эту аксиому удаляют или видоизменяют. Очевидно, в тот период можно было поддаться искушению и сделать вывод, что это — единственные результаты, которые следует ожидать от этого метода.

⁵² Мы не касаемся здесь возражений, вызванных применением правил формальной логики к рассуждениям в аксиоматических теориях; они связаны с логическими трудностями, на которые наталкивается теория множеств. Заметим только, что эти трудности могут быть преодолены таким образом, что не останется никакой неуверенности или сомнения

То, что между экспериментальными явлениями и математическими структурами существует тесная связь, — это, как кажется, было совершенно неожиданным образом подтверждено недавними открытиями современной физики, но нам совершенно неизвестны глубокие причины этого (если только этим словам можно приписать какой-либо смысл) и, может быть, мы их никогда не узнаем. Во всяком случае сделанное замечание могло бы побудить философов в будущем быть более благоразумными при решении этого вопроса. Перед тем как началось революционное развитие современной физики, было потрачено немало труда из-за желания заставить математику рождаться из экспериментальных истин; но, с одной стороны, квантовая физика показала, что эта «макроскопическая» интуиция действительности скрывает «микроскопические» явления совсем другой природы, причем для их изучения требуются такие разделы математики, которые, наверное, не были изобретены с целью приложений к экспериментальным наукам, а с другой стороны, аксиоматический метод показал, что «истины», из которых хотели сделать средоточие математики, являются лишь весьма частным аспектом общих концепций, которые отнюдь не ограничивают свое применение этим частным случаем. В конце концов, это интимное взаимопроникновение, гармонической необходимостью которого мы только что восхищались, представляется не более чем случайным контактом наук, связи между которыми являются гораздо более скрытыми, чем это казалось а priori.

В своей аксиоматической форме математика представляется скоплением абстрактных форм — математических структур, и оказывается (хотя по существу и неизвестно, почему), что некоторые аспекты экспериментальной действительности как будто в результате предопределения укладываются в некоторые из этих форм. Конечно, нельзя отрицать, что большинство этих форм имело при своем возникновении вполне определенное интуитивное содержание; но как раз сознательно лишая их этого содержания, им сумели придать всю их действенность, которая и составляет их силу, и сделали для них возможным приобрести новые интерпретации и полностью выполнить свою роль в обработке данных.

Только имея в виду этот смысл слова «форма», можно говорить о том, что аксиоматический метод является «формализмом». Единство,

относительно правильности рассуждений. По поводу этого можно обратиться к статьям Картана и Дьедонне, которые были цитированы выше.

которое он доставляет математике, это — не каркас формальной логики, не единство, которое дает скелет, лишенный жизни. Это — питательный сок организма в полном развитии, податливый и плодотворный инструмент исследования, который сознательно используют в своей работе, начиная с Гаусса, все великие мыслители-математики, все те, кто, следуя формуле Лежена-Дирихле, всегда стремились «ВЫЧИСЛЕНИЯ заменить ИДЕЯМИ».

***О синтезе специальной и общей теории относительности
(теория физических теорий)***

Кардинальное противоречие между специальной и общей теорией относительности состоит в том, что специальная теория относительности не зависит от координат, а общая теория относительности включает координаты в уравнения движения. Исходя из принципа НЕЗАВИСИМОСТИ всякой физической теории от места расположения физика-наблюдателя (что в хорошей философии было бы названо независимостью от «субъективного» восприятия), мы должны в общей теории относительности избавиться от выражения, которое содержит координаты и выразить эти координаты через параметры взаимодействия, которые не зависят от координат.

С другой стороны, как специальная, так и общая теория относительности, под влиянием нетривиальности породивших их идей, оказались оторванными от исторической традиции развития классической физики. Этот отрыв можно было бы пережить, но отсутствие этой исторической связи лишает нас перспективы дальнейшего развития теории.

Постановка вопроса о разработке «теории физических теорий» возникла почти одновременно сразу в двух местах: в Москве (около 1968 года) и в Иваново (примерно в то же время). В 1973 году автор, сперва самостоятельно, а затем объединившись с Р.О. ди Бартини в 1974 году поставил вопрос о разработке теории физических теорий, исходя из запросов практики инженерного проектирования. В том же 1974 году выходит монография Г.А. Зайцева «Алгебраические проблемы математической и теоретической физики», где черным по белому написано:

«В гл. 2 вводятся и изучаются простейшие алгебраические системы, играющие основную роль в математической и теоретической физике. Особое внимание уделено принципиальным понятиям, связанным с алгебрами наблюдаемых для классических и квантовых систем и с алгебраическими состояниями. Это дает возможность чисто

алгебраическим путем строить «теорию физических теорий», частными случаями которой являются классическая нестатистическая и статистическая механика и квантовая механика» (С. 6).

В том же издании можно прочесть:

«Отличие физики от математики заключается в том, что в то время как математика изучает отношения между объектами, отвлекаясь от природы объектов, а в физике природа изучаемых объектов определяется на основе наблюдений и между математическими понятиями и наблюдаемыми явлениями устанавливается приближенное соответствие. В применении к физическим теориям главная идея современной математики может служить исходным пунктом для построения своего рода «теории физических теорий», так как она открывает пути для нахождения того общего, что имеется у различных физических теорий» (С. 10).

Нетрудно догадаться, что автор предпринял поиск Г.А. Зайцева, так как большего совпадения точек зрения на перспективы развития как физики, так и науки в целом, было трудно представить. Мне удалось найти Г.А. Зайцева лишь в 1978 году: это был человек, который, подобно Хокингу, прикован к коляске из-за мышечной атрофии. Но физический недуг никак не влиял на уникальные математические способности. Наша дружба продолжалась до самой смерти Г.А. Зайцева, и школа теоретической физики Ивановского университета — есть наше общее детище.

Только в этом — 1994 году — мне удалось обнаружить узловой пункт, который затруднял наши научные беседы. Речь идет о полупростых ассоциативных алгебрах с числовыми значениями. Г.А. Зайцев, переходя к матричным алгебрам с числовыми значениями, справедливо заметил, что если алгебра G над Q рассматривается над телом кватернионов, полем комплексных или действительных чисел, то ее можно превратить в алгебру над полем действительных чисел. Если алгебра G имеет конечную размерность n , а Q — поле комплексных чисел, то все формулы могут записываться либо в терминах алгебры G размерности n над полем комплексных чисел, либо соответствующей ей алгебры размерности $2n$ над полем действительных чисел.

Аналогично если G — алгебра размерности n над телом кватернионов Q , то ее можно рассматривать в качестве алгебра размерности $4n$ над полем действительных чисел R .

Уже эти результаты Г.А. Зайцева дали ему возможность использовать антилинейные представления, связанные с заменой

комплексных чисел на сопряженные, послужившие основанием публикаций «Релятивистские инвариантные уравнения для электрона, заменяющие систему уравнений Дирака» (ЖЭТФ, 28, 5, 524-529, 1955) и «К вопросу об основном релятивистски инвариантном уравнении для частицы со спином $\frac{1}{2}$ » (ДАН СССР 113, 6, 1248-1250, 1957). Уравнения Г.А. Зайцева были переоткрыты позднее этих публикаций Фейнманом и Гелл-Манн, в связи с рассмотрением теории слабых взаимодействий (R. Feynmann, M. Gell-Mann, Theory of Fermi integration, Phys.Rev. 109, 1, 193-198, 1958).

Однако, как ни жаль, но Г.А. Зайцев не заметил, что при переходе к матричным алгебрам размерности n , число элементов для комплексных чисел равно не $2n^2$, а $(2n)^2 = 4n^2$ и для тела кватернионов не $4n^2$, а $(4n)^2 = 16n^2$ (см. с. 35 и с. 80).

Этот недосмотр, хотя и не отразился на полученных результатах, но несколько мешает переходу к матричным алгебрам с числовыми значениями.

(Тетрадь Зайцев-2 последняя страница!)

Кузнецов П.Г.

Общее различие законов природы и уравнений движения⁵³

Крон показал, что на все случаи жизни нам нужна ОДНА ПРОСТЕЙШАЯ формула — это уравнение Эйлера-Лагранжа-Гамильтона. Эта одна формула фиксирует ИНВАРИАНТ, который обеспечивает применение знака РАВЕНСТВА.

Философски этот знак равенства означает РАВЕНСТВО:

- ПРИЧИНЫ — СЛЕДСТВИЮ,
- СИЛЫ — ЕЕ ПРОЯВЛЕНИЮ,
- ВОЗДЕЙСТВИЯ — ОТКЛИКУ...

Это внешнее определение равенства, которое прямо связано с экспериментальными данными. В этом смысле — это ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ, имеющий символическую запись и по этой причине пригодный для описания любого класса явлений, где имеется СОХРАНЯЮЩАЯСЯ ВЕЛИЧИНА.

Двойственность

Производная от пути по времени называется СКОРОСТЬ, но ей ДВОЙСТВЕННА производная от времени по пути — МЕДЛЕННОСТЬ.

Произведение скорости на медленность должно давать ЕДИНИЦУ, но эта единица отлична от ДВУХ других единиц, которые получаются при взятии производной от пути по пути и от времени по времени. Именно в последнем случае могут существовать СКАЛЯРЫ — безразмерные ЧИСЛА, но этого не будет при работе со скоростью и медленностью.

Действие

ДЕЙСТВИЕ — это произведение вектора на плечо, что соответствует СИНУСУ УГЛА между векторами. Однако в линейной форме отличить КОСИНУС УГЛА — от синуса — НЕВОЗМОЖНО.

⁵³ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному январем – апрелем 1996 г. Публикуется впервые.

Кузнецов П.Г.

Об измерении величин / Философия эквивалентных цепей⁵⁴

Дж.К. Максвелл полагал, что для обозначения всех физических величин можно ограничиться указанием их размерности через ДЛИНУ $[L]$ и ВРЕМЯ $[T]$. Поскольку некоторые авторы, зная о моих работах с Р.О. ди Бартини, считают нашей «самодеятельностью» введение для массы размерности $[L^3T^{-2}]$ — я считаю необходимым привести подлинный текст Максвелла из его «Трактата об электричестве и магнетизме» [1]:

«ОБ ИЗМЕРЕНИИ ВЕЛИЧИН

1.

Любое выражение для какой-нибудь Величины состоит из двух факторов или компонент. Одним из таковых является наименование некоторой известной величины того же типа, что и величина, которую мы выражаем. Она берется в качестве эталона отсчета. Другим компонентом служит число, показывающее, сколько раз надо приложить эталон для получения требуемой величины. Эталонная стандартная величина называется в технике Единицей, а соответствующее число — Числовым Значением данной величины.

Сколько существует разновидностей измеряемых величин, столько же должно существовать и различных единиц; однако во всех динамических науках эти единицы можно определять через три основные: единицу Длины, единицу Времени и единицу Массы. Так, единицы площади и объема определяются соответственно как квадрат и куб, стороны которых равны единице длины.

Иногда все же мы обнаруживаем несколько единиц одного и того же вида, возникших по независимым соображениям. Так, галлон (объем десяти фунтов воды) используется в качестве единицы емкости наряду с кубическим футом. В некоторых случаях галлон может быть удобной мерой, но он не относится к системным единицам, так как его численное отношение к кубическому футу не равно КРУГЛОМУ ЦЕЛОМУ ЧИСЛУ.

2.

При построении математической системы мы считаем основные единицы — длины, времени и массы — заданными, а все производные единицы выводим из них с помощью простейших приемлемых определений.

⁵⁴ Текст публикуется согласно материалу из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному августом 1997 – мартом 1998 гг. Публикуется впервые.

Формулы, к которым мы приходим, должны быть такими, чтобы представитель любого народа, подставляя вместо символов численные значения величин, измеренные в его национальных единицах, получил бы верный результат.

Следовательно, во всех научных исследованиях очень важно использовать единицы, принадлежащие системе, должным образом определенной, равно как и знать их связи с основными единицами, чтобы иметь возможность сразу же пересчитывать результаты одной системы в другую.

Удобнее всего это делать, установив РАЗМЕРНОСТЬ каждой единицы по отношению к трем основным. Если некоторая заданная единица изменяется как n -я степень одной из единиц, то говорят, что она n -РАЗМЕРНА или имеет размерность n по отношению к этой единице.

Например, принятая в науке единица объема всегда представляет собой куб, стороны которого равны единице длины. Если единица длины изменится, то единица объема изменится как третья степень длины, поэтому говорят, что единица объема относительно единицы длины имеет размерность, равную трем.

Знание размерности единиц снабжает нас способом проверки, который следует применять к уравнениям, полученным в результате длительных исследований.

Размерность каждого из членов уравнения относительно каждой из трех основных единиц должна быть одной и той же. Если это не так, то уравнение бессмысленно, оно содержит какую-то ошибку, поскольку его интерпретация оказывается разной и зависящей от той произвольной системы единиц, которую мы принимаем⁵⁵.

«ТРИ ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ

3.

(1) ДЛИНА. Эталоном длины, используемым в нашей стране в научных целях, служит фут, который составляет третью часть стандартного ярда, хранящегося в Казначейской Палате.

Во Франции и других странах, принявших метрическую систему, эталоном длины является метр. Теоретически это одна десятимиллионная часть длины земного меридиана, измеренного от полюса до экватора; практически же это длина хранящегося в Париже эталона, изготовленного Борда (Borda) с таким расчетом, чтобы при температуре таянья льда он

⁵⁵ Теория размерностей была сформулирована впервые Фурье (Fourier, *Theorie de Chaleur*, §160).

соответствовал значению длины меридиана, полученному Далямбром. Измерения, отражающие новые и более точные измерения Земли, не вносятся в метр, наоборот, — сама дуга меридиана исчисляется в первоначальных метрах.

В астрономии за единицу длины принимается иногда среднее расстояние от Земли до Солнца.

При современном состоянии науки наиболее универсальным эталоном длины из числа тех, которые можно было бы предложить, служила бы длина волны света определенного вида, испускаемого каким-либо широко распространенным веществом (например, натрием), имеющим в своем спектре четко отождествляемые линии. Такой эталон не зависел бы от каких-либо изменений в размерах Земли и его следовало бы принять тем, кто надеется, что их писания окажутся более долговечными, чем это небесное тело.

При работе с размерностями единиц мы будем обозначать единицу длины как $[L]$. Если численное значение длины равно l , то это понимается как значение, выраженное через определенную единицу $[L]$, так что вся истинная длина представляется как $l [L]$.

4.

(2) ВРЕМЯ. Во всех цивилизованных странах стандартная единица времени выводится из периода обращения Земли вокруг своей оси. Звездные сутки или истинный период обращения Земли может быть установлен с большой точностью при обычных астрономических наблюдениях, а средние солнечные сутки могут быть вычислены из звездных суток благодаря нашему знанию продолжительности года.

Секунда среднего солнечного времени принята в качестве единицы времени во всех физических исследованиях.

В астрономии за единицу времени иногда берется год. Более универсальную единицу времени можно было бы установить, взяв период колебаний того самого света, длина волны которого равна единице длины.

Мы будем именовать конкретную единицу времени как $[T]$, а числовую меру времени обозначать через t .

5.

(3) МАССА. В нашей стране стандартной единицей массы является эталонный коммерческий фунт (avoirdupois pound), хранящийся в Казначейской Палате. Часто используемый в качестве единицы гран (grain) составляет одну 7000-ю долю этого фунта.

В метрической системе единицей массы служит грамм; теоретически это масса кубического сантиметра дистиллированной воды

при стандартных значениях температуры и давления, а практически это одна тысячная часть эталонного килограмма, хранящегося в Париже.

Та точность, с которой массы тел можно сравнивать между собой при помощи взвешивания, далеко превышает точности, достигнутые в измерении длин, так что все массы должны по мере возможности сравниваться непосредственно с эталоном, а не вычисляться на основе опытов с водой.

В описательной астрономии за единицу массы иногда берется масса Солнца или Земли, но в теоретической астродинамике единица массы выводится исходя из единиц времени и длины в сочетании с фактом универсальности гравитации. Астрономической единицей массы является такая масса, которая, притягивая другое тело, помещенное от нее на единичном расстоянии, сообщает этому телу единичное ускорение.

Фиксируя некоторую универсальную систему единиц, мы можем либо вывести единицу массу указанным выше путем из уже определенных ранее единиц длины и времени (а это мы умеем делать в грубом приближении уже при современном состоянии науки), либо, рассчитывая на возможность определения в недалеком будущем массы одной молекулы стандартного вещества, можем подождать этого определения и не устанавливать пока универсального эталона массы.

При рассмотрении размерности других единиц мы будем обозначать конкретную единицу массы символом $[M]$. Единица массы будет взята в качестве одной из трех величин.

Но если, как это делается во французской системе, определенное вещество, а именно вода, берется в качестве эталона плотности, то единица массы уже перестает быть независимой, а изменяется подобно единице объема, т.е. как $[L^3]$.

Если же, как в астрономической системе, единица массы выражена через силу ее притяжения, то размерность $[M]$ оказывается такой: $[L^3T^{-2}]$

В самом деле, ускорение, обусловленное притяжением массы m на расстоянии r , согласно закону Ньютона, равно m / r^2 . Допустим, что это притяжение действует на первоначально покоящееся тело в течении очень короткого промежутка времени t и заставляет его описать пространственное смещение s , тогда по формуле Галилея имеем:

$$s = \frac{1}{2} f t^2 = \frac{1}{2} (m / r^2) t^2,$$

откуда $m = 2r^2 s / t^2$. Так как и r , и s — длины, а t — время, это уравнение не может выполняться, если размерность m не равна $[L^3T^{-2}]$. То

же самое можно показать и для любого астрономического уравнения, где масса тела фигурирует в некоторых (но не во всех) членах⁵⁶».

Я буду считать результат этой статьи достигнутым, если читатель зафиксирует в своем сознании этот УНИФИЦИРОВАННЫЙ СЛОВАРЬ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН: ТОЛЬКО ЭТА СОВОКУПНОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ОБРАЗУЕТ СИСТЕМУ «ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ» ВО ВСЕХ ЯВЛЕНИЯХ НЕЖИВОЙ ПРИРОДЫ. ДРУГИХ ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ НЕ БЫВАЕТ.

Теперь я могу завершить это эссе, приняв рекомендации Максвелла о системе «ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЯЕМЫХ ВЕЛИЧИН», выражаемых ЦЕЛЫМИ (положительными и отрицательными) ПОКАЗАТЕЛЯМИ степеней ДЛИНЫ и ВРЕМЕНИ. Именно эту систему физических измеряемых величин теперь принято называть «кинематической системой физических измеряемых величин Бартини-Кузнецова».

Этот вывод вполне логично усваивается, если обратить внимание на «суперэксперимент» Г. Крона, выполненный относительно теории электрических машин, где в книге используются только электротехнические символы и вообще нет формул. Но Г. Крон настаивает, что вся книга представляет собою иллюстрацию ТЕНЗОРНОЙ МЕТОДОЛОГИИ. Я по-прежнему предпочитаю использовать тексты АВТОРОВ, а не давать их в своей интерпретации, так как только ОСНОВОПОЛОЖНИКИ НАУКИ III ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ могут быть предметом обсуждения, а не тот или иной «интерпретатор», которому кажется, что он «превзошел в своем понимании» первоисточник.

Итак, я предлагаю «ПРОЛОГ» к теории электрических вращающихся машин, вышедший двумя изданиями в 1951 и в 1967 году, где последняя дата за один год до смерти Г. Крона. Перевод этой книги отсутствует [3].

«ПРОЛОГ

ФИЛОСОФИЯ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ЦЕПЕЙ

ЧТО ТАКОЕ ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ЦЕПЬ?

Эквивалентная цепь, состоящая из неподвижных элементов электрической цепи, предназначена для создания неподвижной модели

⁵⁶ Прим. Максвелла: Если взять за единицы измерений сантиметр и секунду, то, согласно Бэйли (Bailey), повторившему эксперименты Кавендиша, астрономическая единица массы окажется равной примерно $1,537 \times 10^5$ грамма или 15,37 тонн. Бэйли принял для средней плотности Земли значение 5,6604 как средний результат всех его опытов; это дает с учетом использованных им размеров Земли и силы тяжести на поверхности Земли приведенное выше значение массы, являющееся, таким образом, непосредственным следствием его экспериментов.

вращающейся машины. Она необходима, чтобы представлять величины и частоты различных токов, магнитных потоков и вращающего момента, существующих в каждой обмотке вращающейся машины, или для представления величин, связанных с ними простым линейным соотношением.

Появляющиеся в литературе время от времени эквивалентные цепи вращающихся машин, в том числе для многофазных индукционных двигателей и их модификаций, удовлетворяют лишь одному из нескольких указанных выше требований, которым должна удовлетворять истинная модель. Эти так называемые эквивалентные сети обычно дают лишь величину тока в линии, а иногда — несколько токов. Но они никогда не представляют вращающий момент, определенный корректно как произведение плотности магнитного потока и тока (как это обычно делается в уравнениях динамики). Предполагается, что вращающий момент вычисляется или вычитанием потерь из входной мощности, или определяется с помощью вспомогательных формул. Эквивалентные цепи, создаваемые грубой силой, обычно не показывают потоков, соединенных с каждой обмоткой, или токов в каждой обмотке или их частоты. Все эквивалентные цепи в этой книге являются истинными моделями вращающихся машин в пределах ограничений, определяемых основными предположениями. Цепи, которые должны быть разработаны, определяют не только величины, но и частоты токов, протекающих в каждой обмотке, результирующие плотности магнитного потока (или потокосцепления), связанные с каждой обмоткой, и воздействующие напряжения, в дополнение к определению всех компонент и результирующего вращающего момента, развиваемого ротором.

Хотя первоначальным побудительным мотивом для разработки эквивалентных цепей послужила возможность решения уравнений на имевшемся анализаторе переменного тока, автор обнаружил, что легкость решения систем уравнений перекрывается гораздо более важными соображениями. Более ясная физическая картина, которую открывает эквивалентная цепь истинной модели (в противоположность ложной цепи), не только способствует лучшему пониманию физики явления, но и дает возможность инженеру атаковать более сложные проблемы, к аналитическому решению которых он иначе не решился бы и приблизиться. Пространственные и временные гармоники, однофазные несбалансированные проблемы и нерегулярные колебания вращающихся машин становятся легко обозримыми и анализируемыми, если имеются подходящие эквивалентные цепи. При изучении поведения нескольких

соединенных машин гораздо легче соединить их эквивалентные цепи, чем писать аналитические выражения для соединенной системы.

Сетевые модели вращающихся машин

Инженерами разработано несколько типов моделей для наблюдения, понимания и предсказания поведения вращающихся электрических машин. Наиболее важными моделями являются следующие:

1. Физические модели.
2. Математические модели (уравнения).
3. Неподвижные электрические сети (эквивалентные цепи).
4. Векторные и locus-диаграммы (диаграммы геометрических мест).

Основная цель настоящей книги состоит в разработке систематической теории электрических машин только в терминах эквивалентных цепей. Цепи, в свою очередь, могут быть использованы инженером для расчета поведения машины численными методами или с помощью анализатора сетей. Многократные проверки (и математическое доказательство, представленное в Приложении №2) убедительно показывают, что всегда возможно представить поведение любой вращающейся машины или группы машин с помощью неподвижной сети, но при выполнении следующих двух условий.

1. Машины работают при постоянной скорости или с малыми осцилляциями, наложенными на постоянную скорость (нерегулярные колебания).
2. Токи могут быть представлены во времени суммой синусоид.

Пространственные и временные гармоники, сдвинутые на угол коллекторные щетки и обмотки, необычные, неоднородные, несимметричные обмотки типа стержневых, соединение отдельных обмоток и групп целых машин все это не является препятствием для представления электросетевой модели.

Для представления индукционных и синхронных машин необходимы только положительные или ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ сопротивления, индуктансы и генераторы напряжения. Для коллекторных машин и групп связанных машин могут быть введены фазосдвигающие устройства, идеальные трансформаторы и даже усилители.

Если для соединения с анализатором сетей переменного тока пригодны только три типа элементов (резисторы, индуктивности и емкости), то введенные здесь эквивалентные цепи всегда возможно привести к такому виду, который легко можно использовать для

соединения с анализатором. Детали этого преобразования не являются целью настоящей книги. Книга ограничивается разработкой «на бумаге» эквивалентных неподвижных сетей, которые отражают режим работы вращающейся машины настолько детально, насколько это возможно при неподвижной сети. Изменения во введенных здесь цепях, необходимые для других целей, будут легко сами приходиться на ум.

Различие между вращающейся машиной и неподвижной сетью

Уравнения напряжения любой неподвижной электрической сети, записанные в виде $e = Z \times i$, обладают важным свойством: все взаимные члены — взаимозаменяемы (матрица импедансов Z_φ является симметричной). Однако в уравнениях напряжения вращающихся электрических машин напряжения, индуцируемые в двух контурах, обычно не взаимозаменяемы. Ток в обмотке A может не генерировать напряжение в обмотке B , хотя ток в обмотке B генерирует напряжение в обмотке A (матрица импедансов Z_φ — не симметричная).

В настоящее время считается обычным делом взять любую систему уравнений с несимметричными взаимными членами и с помощью тупого насилия привести ее к системе с симметричными взаимными членами, т.е. использовать метод, который полностью игнорирует физику проблемы. В этих случаях физическая картина, присущая исходной системе уравнений, обычно разрушается и гибнет во время подобных насильственных манипуляций.

Однако даже и тогда, когда исходная система уравнений приведена к симметричному виду (т.е. Z_φ — симметрична), отсюда все же не следует, что для этой системы можно построить неподвижную сеть. В общем случае система с симметричными взаимными членами может быть представлена n -обмоточным трансформатором, если только все взаимные члены имеют одинаковые знаки. Если взаимные члены имеют разные знаки, то или модель не существует, или некоторое насильственное представление может быть выполнено с помощью идеальных трансформаторов.

Все эквивалентные цепи в этой книге свободны от n -обмоточных или идеальных трансформаторов, хотя часто включают в себя от восьми до 32 взаимосвязанных контуров (только для некоторых коллекторных машин введены действительные, а не идеальные двухобмоточные трансформаторы).

Тем не менее главной целью в конструировании эквивалентных цепей является не уклонение от трансформаторов, усилителей и других премудростей, но сохранение в неподвижной модели всех физических

атрибутов исходной вращающейся машины и автоматическое построение модели без обращения к математике. Таким образом, цель состоит в применении единого подхода ко всем типам машин и группам машин. С этой точки зрения законными являются услуги любого устройства, помогающего достижению этой цели.

Уравнения переходного процесса и ускоренного движения ротора

Для точного решения проблем устойчивости в задачах внезапного короткого замыкания или ускоренного движения ротора на анализаторе переменного тока необходимые эквивалентные цепи получить нельзя. (В последней главе даны эквивалентные цепи для приближенного решения задач короткого замыкания и внезапного изменения нагрузки). Однако если в стратегически важные точки эквивалентных цепей ввести специальные вращающиеся устройства, то такие цепи могут использоваться с анализатором переменного тока для решения задач о переходном процессе. В настоящей книге такое обобщение не рассматривается.

Тем не менее все приведенные здесь эквивалентные цепи организованы таким образом, что с помощью простой проверки могут быть полностью использованы для записи уравнений не только установившегося, но и переходного и ускоренного режима работы любой вращающейся машины или группы машин. После минимальных манипуляций, которые будут показаны, все уравнения представляются в том виде, который получается из строгого аналитического рассмотрения, отправной точкой которого служат базовые уравнения электродинамики.

Тензорная точка зрения

Эта книга предпринимает необычный эксперимент. Хотя разработанные здесь эквивалентные цепи отдельных машин или групп машин полностью дают уравнения движения даже в условиях ускорения и качаний, тем не менее все эквивалентные цепи получены здесь без записи хотя бы одного аналитического выражения. Все разработки опираются на знакомство лишь с простейшим уравнением неподвижного двухобмоточного трансформатора.

Этапы перехода от двухобмоточного трансформатора к n -обмоточной машине или группе машин, с одной стороны, и этапы перехода от модели неподвижного трансформатора к модели вращающейся машины с вращающейся системой координат, с другой стороны, будут основаны на дедуктивном способе рассмотрения, который оказывает медленное влияние на научное мировоззрение в течение последних полутора столетий. Этот дедуктивный метод атаки будем

называть здесь за неимением лучшего наименования «тензорной» точкой зрения. Вероятно, выражение «унифицированная» или «обобщенная» точка зрения может служить той же цели, но слово «тензор» более точно определяет методологию и границы этого способа мышления.

Тензор как геометрический инструмент

Хотя о тензорном анализе обычно думают как о математической дисциплине, он является инструментом геометрического мышления. Он был развит в течение последних ста пятидесяти лет для удовлетворения настоятельной необходимости унифицировать манипуляции с некоторыми сложными понятиями, рождавшимися изолированно, но имевшими тенденцию к объединению в некотором направлении. Пространства с размерностью, превосходящей три измерения, введенные Грассманом, с одной стороны, и неевклидовы (криволинейные) пространства, введенные Бойяи и Лобачевским, с другой стороны, давно потребовали более легко обозреваемой математической символики. Матрицы Кэли, векторный анализ Гиббса и Хевисайда, кватернионы Гамильтона помогали в создании упрощенной символики; однако растущие математические теории инвариантов и развитие теории групп вскоре показали неадекватность и односторонность каждой из предшествующих разработок.

Организация этих направлений, приведение в порядок различных частных методов обозначения в единый инструмент была предпринята Риччи под названием «тензорного анализа» и продолжена Леви-Чивита, назвавшего этот инструмент «абсолютным исчислением». Поскольку с начала этого столетия инструмент тензорного анализа в руках Вейля, Веблена, Кавагучи, Схоутена вырос до огромных размеров, можно отметить лишь несколько оригинальных авторов, работавших в области аффинной, проективной и конформной геометрии.

Тензор как физический инструмент

Из-за туманной разделительной линии, существующей между геометрией и физикой, с самого начала тензоры применяются в теоретической физике. Динамика движения тел представлялась в терминах движения представляющей точки в n -мерном неевклидовом (или римановом) пространстве. Основные уравнения теории трехмерного поля, эффективно выражавшиеся через градиенты, дивергенции и роторы, также были переписаны на языке тензоров.

Здесь необходимо отметить, что в обычных проблемах теории поля из-за наличия только трех компонент по направлениям выигрыш от использования тензорного анализа (в сравнении с векторным анализом)

весьма незначителен. Позднее, в сложных проблемах турбулентного движения жидкостей, однако, тензоры продемонстрировали свои преимущества.

Подобным образом использование тензоров для новой интерпретации динамических уравнения Лагранжа имело лишь академический интерес главным образом из-за ограниченного понимания глубины идеи «преобразования». Для систематического применения тензорных методов в постановке и решении практических динамических проблем абсолютно необходимо знакомство с теорией n -мерных подпространств, погруженных в пространство еще более высокой размерности; необходимо знакомство с понятием «взаимосоединения» пространств различной размерности⁵⁷.

Для электротехника более интересно применение тензорных методов в чисто электродинамических проблемах. В общей теории относительности Эйнштейна и особенно в различных «единых теориях поля», предложенных Эйнштейном, Вейлем, Схоутеном и др. для объединения гравитационных и электромагнитных явлений, были введены особые типы пространств с «кручением», которые неожиданно оказались почти полностью пригодными в качестве фундамента для теории вращающихся электрических машин.

Аналогия возникает из-за того, что во вращающихся машинах сосуществуют как электрическая, так и механическая энергия, а их взаимодействие рассматривается в системе координат, которая может совершать ускоренное вращение относительно электромагнитного поля и материальных тел. Конечно, математическая аналогия всегда формальна, т.к. механическая энергия и гравитационная энергия — это не одно и то же. Однако эту же формальную аналогию можно распространить даже на теорию элементарных частиц и ядерную физику.

Тензор как инженерный инструмент

Во многих инженерных проблемах требуется анализ взаимосвязанных физических явлений и манипулирование с большим числом переменных. Поскольку алгебра тензоров и тензорный анализ специально созданы для решения задач со многими переменными, то тензорный анализ *par excellence* является превосходным инженерным инструментом. Хотя геометры между делом показали, что фундаментальные уравнения динамики и процессы в полях трех

⁵⁷ Banesh Hoffman. “Kron’s Method of Subspaces” // Quarterly of Applied Mathematics, Vol. II, №3, October 1944.

измерений могут быть выражены на языке тензоров, ни физики, ни математики не попытались использовать тензорную методологию для системной формулировки практических задач. Кажется, это дело инженеров - проявить инициативу и продолжить это начинание.

Хотя автор и положил начало применению тензорной методологии для формулирования и решения механических инженерных задач, таких, как взаимосоединение балок, каждая из которых имеет 12 степеней свободы, колебания многоатомных молекул, система управления в турбогенераторных системах и т.п., главные интересы автора сконцентрированы на введении тензорных понятий и методологии в практические электродинамические задачи, в частности в анализ электроэнергетических сетей и энергетических машин.

Настоящая книга отличается от других работ автора по тензорному анализу лишь по виду символов, используемых в обозначениях, но не по методу рассуждения. Там, где в других книгах появляется jx или r , в этой книге показаны рисунки индуктора и резистора. Если в других книгах приводится сумма двух символов типа $r + jx$, здесь имеются резистор и индуктор, соединенные последовательно. Символ вращения $j_{\omega}t$ заменяется здесь на фазовращающее устройство, ток — на стрелку, воздействующее напряжение — на окружность и т.д. Несмотря на отсутствие математических формул, настоящая работа является примером применения тензорной методологии.

Постулаты обобщения

Последовательность этапов, которая выполняется здесь для получения окончательной эквивалентной цепи, идентична той последовательности этапов, которую обычно необходимо проделать для получения окончательных уравнений движения, описывающих поведение машины. Наилучшим образом этот порядок выражают три так называемых «постулата обобщения». Эти постулаты играют роль немеркнувших сигнальных огней-маяков в лабиринте запутанных явлений, представляя собою ясную и точную путеводную нить, указывающую выход из, казалось бы, безнадежной путаницы. Хотя в стандартных учебниках по тензорному анализу эти постулаты никогда явно не формулируются, тем не менее они всегда подразумеваются, а иногда и устанавливаются в менее понятной, но более математической форме.

Аргументация настоящей книги базируется главным образом на постулате третьего обобщения, который утверждает, что все вращающиеся электрические машины отличаются от неподвижных электрических сетей совокупностью безразмерных скаляров — так

называемых «абсолютных» частот, значения которых могут быть определены прямым измерением на зажимах, валах и координатных осях, выступающих из машины, рассматриваемой как черный ящик.

Каждый постулат будет сформулирован сначала геометрически, затем алгебраически и, наконец, «электрически», а именно на языке электрических сетей. Тщательное формулирование этих постулатов не является существенным, так как они представляют собою методологические принципы и поэтому должны быть гибкими и подвижными, чтобы подходить для постоянно изменяющегося множества физических и технических проблем.

Постулат «предварительного» обобщения

Утверждая какую-либо теорему, например, теорему Пифагора, геометр не пытается описать численно все такие возможные соотношения как $5^2 = 3^2 + 4^2$ и т.п. Вместо этого он все возможные прямоугольные треугольники заменяет одним символическим треугольником с катетами a и b , а гипотенузу записывает в виде $c^2 = a^2 + b^2$. Это можно выразить в виде следующего постулата.

Бесконечное множество арифметических уравнений можно заменить одним алгебраическим уравнением такого же вида, если каждое число заменить соответствующей буквой.

Подобным образом закон Ома не записывается в арифметической форме для каждой возможной электрической сети, а записывается лишь символически, как $e = Z \times i$ для одного символического импеданса.

Конечно, этот постулат обобщения имеет второстепенный характер для инженера, который едва ли задерживает свое внимание на том, что мы описали выше. Тем не менее потребовались тысячелетия развития человечества, чтобы сделать указанное обобщение, заменив символы $6 = 2 \times 3$ на $c = ab$. Необходимо обратить особое внимание, что, несмотря на широкое употребление алгебраического символизма, решение любой инженерной задачи в конечном итоге требует выполнения определенной вычислительной работы для получения решения в численном виде.

Постулат первого обобщения

Для того, чтобы уверенно обращаться с большим числом переменных без чрезмерных умственных усилий, геометры заменяют обычное геометрическое двух- или трехмерное пространство гипотетическим n -мерным пространством и обобщают теоремы обычного пространства применительно к этому новому пространству. Они продолжают еще говорить о «расстоянии между двумя точками» и об «угле между двумя прямыми», хотя все эти понятия в n -мерном

пространстве имеют более широкий смысл; число измерений этого пространства n — очень большое число, включая бесконечность. Подобным образом математик-алгебраист постулирует, что n алгебраических уравнений, описывающих физическую систему с n -степенями свободы, можно заменить одним уравнением такого же вида, как и уравнение «основной» — единичной системы, если каждую букву заменить соответствующей n -матрицей (n -мерной матрицей).

При постройке эквивалентной цепи вращающейся машины с несколькими слоями обмоток статора и ротора теория, применимая к двухобмоточному трансформатору, будет немедленно обобщена на восьмиконтурную сеть, вместо того, чтобы постепенно распространять теорию вначале на три контура, затем на четыре и т.д. Конечно, такое непосредственное обобщение требует надлежащего пространственного расположения резисторов и индукторов сети, которое соответствует пространственному матричному представлению импедансов вида $r + jx$, с одной стороны, и устройства обмоток в самой вращающейся машине, с другой стороны.

Постулат второго обобщения

Предположим, что нам дана геометрическая конфигурация в виде двух точек n -мерного пространства. Одним из первых вопросов геометра будет: какие свойства заданной геометрической конфигурации сохраняются (остаются «инвариантными») независимо от используемой для описания этих свойств системы координат? В заданной конфигурации расстояние между двумя точками остается постоянным в прямоугольных, цилиндрических, эллиптических и во многих других типах систем координат, в которых можно выразить это расстояние. Если формула расстояния между двумя точками пригодна для одной системы координат, то эту же формулу можно получить в любой другой системе координат, используя стандартные (формальные) преобразования. Математик (алгебраист) постулировал бы это инвариантное свойство расстояния следующим образом.

Если известно матричное уравнение частной физической системы, то это же самое уравнение справедливо для большего числа физических систем той же самой природы при условии, что каждая n -матрица в уравнении заменяется соответствующим тензором (или же «геометрическим объектом»), то есть, если каждая n -матрица наделяется соответствующим законом преобразования.

Если один раз установлена эквивалентная цепь некоторой частной вращающейся машины (с достаточно большим числом обмоток), то

эквивалентная цепь любой другой вращающейся машины может быть получена соответствующим «преобразованием» этой цепи, при условии НЕИЗМЕННОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ всех резисторов и индукторов, но при ИЗМЕНЕНИИ лишь способа соединения электрических обмоток.

Такая частная машина, эквивалентная цепь которой дает эквивалентную сеть любой другой машины при минимальных трудностях и усилиях инженера, называется здесь «основной» («примитивной», «базовой») машиной. Она существует на бумаге как теоретический объект. Эквивалентные цепи всех других машин, используемых промышленностью, получаются из нее путем размыкания некоторых контуров, изменением числа витков в некоторых обмотках, введением фазосдвигающих устройств и т.д. без изменения пространственной конфигурации индукторов и резисторов.

Не будет излишним подчеркнуть, что последняя фраза: «...БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОНФИГУРАЦИИ ИНДУКТОРОВ И РЕЗИСТОРОВ» является настоящим ключом ко всей этой книге. Когда к клеммам машины присоединяются или отнимаются щетки, скользящие кольца и т.п. элементы, то магнитные цепи и обмотки в пазах остаются неизменными. Следовательно, и их расположение в модели также должно оставаться неизменным.

Постулат третьего обобщения

Пусть на плоскости бумаги (двумерном евклидовом пространстве) лежат две точки и задано уравнение кратчайшей линии, проходящей через эти две точки. Предположим теперь, что плоскость заменяется на поверхность сферы или эллипсоида. Возникает вопрос: при каких условиях уравнение, справедливое для плоскости, будет справедливым и для искривленной поверхности. Математик отвечает на этот вопрос следующим постулатом.

Уравнения, описывающие свойства n -мерных евклидовых пространств, сохраняют свою силу и для n -мерных неевклидовых пространств, если все «обыкновенные» производные в уравнениях (такие, как dA/ds) заменить так называемыми «абсолютными» производными (или «ковариантными» производными $\partial A/ds$), полученными из обыкновенных производных по соответствующим формальным правилам ковариантного дифференцирования.

Автором было показано (см. эпилог), что уравнение любой вращающейся электрической машины с вращающимися осями координат является тождественным с уравнением неподвижной сети, состоящей из

резисторов и индукторов, при условии, что все обычные производные по времени $L di/dt$ заменены на абсолютные производные $L \partial i/dt$.

Абсолютные частоты

Когда в неподвижных сетях обычные производные по времени $di/dt = p i$ представляют синусоидальные явления, то p переходит в $j = j_w 2(f)$, где f — частота тока i . Точно так же для вращающейся машины, когда все абсолютные производные по времени $\partial i/dt$ представляют синусоидальные явления, то ∂/dt переходит в $j = j_w 2(f + v_1 + v_2)$, где v_1 — скорость частной обмотки, а v_2 — скорость частной системы координат. Поэтому реактанс каждой обмотки $pL = j_w L = j_w 2(fL)$ во вращающейся машине принимает вид $(\partial/dt)L = j_w 2(f + v_1 + v_2)L$.

Выражение в скобках $f + v_1 + v_2$ называется «абсолютной» частотой и представляет собой действительную частоту тока в частной обмотке, измеренную в системе координат, жестко связанной с обмоткой.

Таким образом, единственный эффект вращения проводящих и магнитных материалов, или системы координат, состоит в замене одной частоты f одной и той же, воздействующей на каждую обмотку, на «абсолютную» частоту $f + v_1 + v_2$, которая может быть различной для каждой отдельной обмотки. Следовательно, после того, как сопротивление и воздействующее напряжение каждой обмотки раздельно определено посредством абсолютной частоты, все вращающиеся машины можно представлять неподвижной сетью, в каждой из обмоток которой протекают токи одной и той же частоты.

Это — постулат третьего обобщения, на котором и базируется настоящая книга. Он позволил сформулировать режим работы всех вращающихся электрических машин в терминах «абсолютных» (или «ковариантных») производных по времени и заменить их синусоидальными по времени величинами «абсолютных» частот; с использованием последних теория всех вращающихся машин автоматически приводится к теории неподвижных сетей.

Сводка обобщающих постулатов

1. Постулат первого обобщения устанавливает эквивалентную цепь «основной» машины в состоянии покоя, имеющую столько же контуров на статоре и роторе, сколько может иметь любая частная вращающаяся машина.
2. Постулат второго обобщения позволяет заменить эквивалентную цепь «основной» машины на эквивалентную цепь любой промышленной машины или группы машин с помощью формального преобразования. Это изменение касается лишь

изменения безымпедансных соединений между обмотками («основная» машина по-прежнему остается в покое).

3. Постулат третьего обобщения заменяет эквивалентную цепь машины или группы машин в состоянии покоя эквивалентной цепью вращающейся машины, вращающейся с постоянной угловой скоростью или с малыми колебаниями около значения этой скорости.

Это изменение включает в себя лишь членение резисторов и синусоидальных воздействующих напряжений на группы, в каждой из которых безразмерный скаляр так называемой «абсолютной» частоты приводит характеристики токов к величине действительных частот токов в соответствующих проводниках.

Отсутствие математического символизма

Каждый этап в этой книге совершается без всяких ссылок на математику и математические преобразования. Каждый этап сопровождается явной проверкой на действительной машине. В частности:

1. Эквивалентная цепь «основной» машины в состоянии покоя устанавливается из рассмотрения магнитных цепей. Индукторы устанавливаются точно так же, как расположены реактансы потоковых путей, а резисторы в том же виде, как обмотки связаны с магнитопроводом.
2. Эквивалентная цепь «основной» машины в состоянии равномерного вращения находится путем анализа скорости ротора (v_1), скорости системы координат (v_2) и волны воздействующего напряжения (f).
3. Эквивалентная цепь любой частной машины находится из рассмотрения способа соединения обмоток и вида координатных систем действительной машины. Такое же рассмотрение выполняется на эквивалентной цепи.

Закон физических моделей

Полное отсутствие математики должно привлечь внимание читателя к скрытым за этой простотой долгим и упорным математическим усилиям, которые предшествовали этому упрощению и унификации.

Главный вывод философии эквивалентных цепей (и физических моделей любого типа) состоит в том, что модели физических явлений могут быть созданы при условии, что *алгебраические уравнения, обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения с частными*

производными могут быть представлены физическими моделями лишь в том случае, если эти уравнения выражены в терминах тензоров.

Литература

- [1] Максвелл Дж.К. «Трактат об электричестве и магнетизме» — М.: Наука, 1989.
- [2] Бартини Р.О., Кузнецов П.Г. «Множественность геометрий и множественность физик» / в сб. «Моделирование динамических систем». — Брянск, 1974. — С. 18-29.
- [3] Г. Крон «Эквивалентные цепи вращающихся машин»: 1-1959; 2-1967.

Кузнецов П.Г.

Патриарх и Максвелл⁵⁸

В статье Патриарха Московского и Всея Руси встречаются два термина: «ВТОРОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ» или «нарастание энтропии, приближение к смерти». Мы обещали дать понятное разъяснение этих терминов, ибо именно противостояние возрастанию энтропии или, что одно и то же, противостояние второму началу термодинамики и есть ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА ПО ЗАМЫСЛУ ТВОРЦА.

Но как же человек может выполнить свое предназначение, если ему неведомы силы зла — «нарастание энтропии» и «второе начало термодинамики»?

Объяснение этих терминов создает серьезные трудности даже для современной науки. Встречаются и современные учебники «термодинамики» (1971, К.А. Путилов), в котором приводится 18 (восемнадцать!) определений термина «энтропия»! Попробуйте установить не по книге, а в явлениях окружающей нас жизни, — какие действия приводят к увеличению энтропии, а какие действия — к ее уменьшению!

Для первого знакомства с энтропией мы выберем машину, которая когда-то была весьма распространена у нас на Руси — я имею в виду водяную мельницу, модель которой легко построить в любой школе.

Верхний и нижний уровень воды могут рассматриваться как «температуры» нагревателя и холодильника, а КОЛИЧЕСТВО падающей воды (после длительных дискуссий) превратилось в нечто, что дало возможность определить термин «энтропия».

Очевидно, что полезная работа по помолу зерна, выполняемая мельницей, пропорциональна перепаду высот между уровнями, и пропорционально количеству падающей воды. Если бы мы имели дело с «идеальной мельницей», в которой нет трения, то вся энергия падающей воды превращалась бы в размол зерна.

В машинах, имеющих коэффициент полезного действия 100%, изменение энтропии равно нулю. Весь прирост энтропии определяется

⁵⁸ Текст публикуется согласно материалу (в оригинале безымянному, версия 2) из электронного архива П.Г. Кузнецова, датированному февралем 1998 г. Публикуется впервые.

величиной разности между 100% и фактическим коэффициентом полезного действия.

В этом смысле — каждое повышение коэффициента полезного действия любой машины, механизма, технологического процесса — есть элемент БОРЬБЫ против возрастания энтропии.

Именно так выглядит в практической жизни рекомендация Патриарха в нашем простейшем случае.

С другой стороны — существует практически необозримое количество изменений, которые, путем последовательных классификации, были разделены на класс САМОПРОИЗВОЛЬНЫХ изменений и на класс ВЫНУЖДЕННЫХ изменений. Например, химики делили свои химические реакции на ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЕ (которые сопровождаются ВЫДЕЛЕНИЕМ энергии) и на ЭНДОТЕРМИЧЕСКИЕ (протекающие под действием энергии извне). Самопроизвольное падение камня с горы (сверху вниз), самопроизвольное течение воды (сверху вниз), самопроизвольное выравнивание температур у тел с различными температурами и т.д. и т.п. — вся эта почти бесконечная совокупность изменений, характеризующих некоторую ТЕНДЕНЦИЮ изменений и получила название второго начала термодинамики.

Предполагается, что каждое такое изменение сопровождается увеличением ЭНТРОПИИ: по этой причине эти два класса явлений и были объединены в один класс, который и имеет два названия — ВТОРОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ или ПРОЦЕССЫ ВОЗРАСТАНИЯ ЭНТРОПИИ.

В 1852 году Рудольф Клаузиус произнес две фразы, которые надолго определили все последующие развитие науки:

«Энергия мира постоянна! Энтропия мира возрастает!»

Великий английский астроном Джинс (подтвердивший наличие факта изгибания светового луча вблизи тяжелых тел — предсказанного Эйнштейном) представил нашу Вселенную как «ОКЕАН ЭНТРОПИИ», где барахтается угловое суденышко, а явления ОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ он отождествил с матросом, который карабкается по мачте тонущего корабля.

Вот так он представлял себе явления органической жизни, как некий случайный довесок к безграничному космосу — к космосу, который представляется океаном энтропии. Теперь определилось и наше место по отношению к космосу: пять с половиной миллиардов человек, расталкивая друг друга локтями, стараются занять место «повыше». Кто-то пытается «перекупить» место повыше, используя чемодан с

долларами или особенно с ценными акциями. Тем не менее, конец для всех уже давно предопределен — и больших радостей он не обещает...

В этой ситуации оба поставленных вопроса: «о смысле жизни» и «зачем мы живем на этом свете» — лишаются смысла, а корабль Джинса начинает больше напоминать «корабль дураков» Иеронима Босха.

Я думаю, что для первого знакомства с терминами — «второе начало термодинамики» и «возрастание энтропии» — этого будет достаточно. Ведь это только первое сообщение, а как сказал поэт: «Еще не вечер!».

Это описание безграничного космоса фактически доминирует в современной науке, находящейся в сфере влияния католической церкви: вычисляется «начало мира» (одна тридцатимиллиардная доля секунды после «большого взрыва», который и породил Вселенную), вычисляется «его конец».

Именно в этом пункте и существуют некоторые разногласия, принадлежащие ученым разных конфессий — хотя все они христиане, но есть различие позиций между православной и католической церковью.

* * *

Но не все физики столь легковверны... Еще в 1873 г. великий Дж.К. Максвелл написал свой «Трактат об электричестве и магнетизме», где в предварительной главе рассмотрел вопрос о ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИНАХ. С точки зрения Максвелла каждая физическая величина имеет «ИМЯ» и «ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ». При этом оказалось, что ИМЕНА ВСЕХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН СОСТОЯТ ВСЕГО ИЗ ДВУХ БУКВ: ОДНА ДАЕТ ИМЯ НЕКОТОРОЙ СТЕПЕНИ ДЛИНЫ, А ДРУГАЯ — НЕКОТОРОЙ СТЕПЕНИ ВРЕМЕНИ. Таблица Максвелла бесконечна, но она не содержит в себе ни термина «масса», ни термина «температура», ни термина «энтропия» и ряда других величин, которые принято называть «физическими».

Простейшими физическими величинами в системе Максвелла являются $[L^1]$ — длина. В данном случае это ее обозначение. А ее численное значение записывается маленькой буквой — l , где численное значение буквы l равно 15, а тип единиц — дается ее именем. Если $[L^1]$ выражается в сантиметрах, то выражение $l [L^1]$ читается — 15 сантиметров длины.

Аналогичный пример с площадью...

Так, в таблице Максвелла легко найти и длину, и время в степени «бесконечность» — то очевидно, что никто из людей не в состоянии

постичь этой величины. Но она существует... но принадлежат другому (горнему) миру.

В работе Максвелла показано, что масса является величиной, имеющей размерность куба длины, деленного на квадрат времени (в соответствии с законом Кеплера: «Отношение куба радиуса планеты к квадрату периода ее обращения — есть величина постоянная»). В «Трактате» не сделано оговорки, что это верно только для «кеплеровых движений», т.е. для тех движений, которые планеты совершают в Солнечной системе. Однако, если электрон разгоняется электрическим полем, то его масса перестает быть постоянной, а растет вместе с энергией электрона. Когда-то наличие ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ электрона, двигающегося с ускорением в электростатическом поле, произвело глубокое впечатление на физиков.

Введение

Необходимость создания новой научной теории связана с потребностью предъявить действительную ТЕОРИЮ, а не разрозненные положения, связанные с отдельными экспериментальными данными и их локальным описанием. Мы используем термин *фотоника*, введенный А.Н. Терениным, поскольку работы последнего по фотохимии красителей были исходной точкой работ автора в 1949-1953 гг.

Следует отметить, что сам автор был очень удивлен, что многие экспериментальные данные лежат за рамками того, что можно описывать математической физикой. Существует какой-то «дефект» математического описания, когда со ссылкой на математическую физику, принято считать эти экспериментальные данные чем-то, «чего не может быть».

Само собою разумеется, что наличие экспериментальных данных с одной стороны, и невозможность их теоретического обоснования в математической физике — с другой стороны, ставит нас перед естественным вопросом: как должна быть изменена ТЕОРИЯ, чтобы:

1. она СОХРАНЯЛА действующую ТЕОРИЮ там, где ее выводы соответствуют (и нашли экспериментальное подтверждение) наблюдаемым фактам;
2. она ИЗМЕНЯЛА действующую ТЕОРИЮ там, где ее выводы не соответствуют некоторой группе экспериментальных данных (лежащих за ГРАНИЦЕЙ существующей ТЕОРИИ).

Не подлежит никакому сомнению, что подобное РАСШИРЕНИЕ действующей теории должно включать в себя (но уже на правах ЧАСТНОГО СЛУЧАЯ) уже СУЩЕСТВУЮЩУЮ теорию (теории).

Ответ на поставленные вопросы лежит не в области физики, а в области математики. Мы должны РАЗЛИЧАТЬ те положения, которые принадлежат миру МАТЕМАТИКИ, от тех положений, которые связаны с ФИЗИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИЕЙ математической теории.

Изучение этой проблемы показало, что существуют и такие «физики-теоретики», которые имеют слабое представление об устройстве математических теорий, полностью перенося выводы аксиоматики

⁵⁹ Текст публикуется согласно изданию: Громько Ю.В. Мета-предмет «Проблема». Учеб. пособие для учащихся ст. классов. — М.: Ин-т учебников «Пайдейя», 1998. — С. 237-286.

математических оснований на реальный мир. Для математической теории нет и не может быть ГРАНИЦ применимости: в математической теории ВСЕГДА получаемые выводы находятся в соответствии с принятыми ПРЕД-посылками. Это соответствие СЛЕДСТВИЙ принятым ПРЕД-посылкам называется ИСТИННОСТЬЮ математической теории. В этом смысле математик может заменять некоторые предпосылки на то, что раньше называлось следствием, но при этом сама математическая теория не теряет своей истинности. Такую переработку некоторых математических теорий совершила группа, публиковавшая свои материалы под псевдонимом Н. Бурбаки. Многотомное издание современной математики группой Н. Бурбаки имело своим основанием своеобразный «стандарт» или «технические условия» — которым должна удовлетворять любая МАТЕМАТИЧЕСКАЯ теория. Этот же «стандарт» — применяется и при переходе от одной теории к другой теории.

Интерпретация математической теории ВСЕГДА имеет границы применимости, ибо однозначное соответствие получаемых СЛЕДСТВИЙ принятым АКСИОМАМ (другое название ПРЕД-посылок) соответствует ЛИНЕЙНОМУ МИРУ, а физическая реальность поражает нас своей существенной НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ. Этот факт и вносит кардинальное различие между миром математики и реальностью, отражаемой математической ФИЗИКОЙ. Мы нуждаемся в таком МАТЕМАТИЧЕСКОМ определении НЕЛИНЕЙНОСТИ, которое, будучи перенесенным в прикладную область, позволяло ИЗМЕНЯТЬ АКСИОМЫ (ПРЕД-посылки), сохраняя старую теорию в тех границах, где она соответствует наблюдаемым фактам. Простейшим примером, о котором известно всем, является создание НЕЕВКЛИДОВОЙ геометрии Н.И. Лобачевским и Я. Бойяи. Такое изменение АКСИОМ сохраняет старую теорию и, в то же время, позволяет существовать НОВОЙ теории.

Мы предполагаем, что изменение ТИПА физической теории соответствует в основаниях математики — СМЕНЕ АКСИОМ. Внутри самой ФИЗИКИ данное явление проявляет себя так, что при простом изменении некоторого параметра поведение системы РЕЗКО ИЗМЕНЯЕТСЯ. Предсказания старой теории в этой области перестают соответствовать экспериментальным данным, наблюдаемым в этой области. Такое изменение поведения системы при изменении некоторого параметра можно называть «бифуркацией», описывать подобные изменения особой теорией («теория катастроф»), но существо дела этим не объясняется.

Поскольку мы не собираемся заниматься основаниями математики,

а только теорией скоростей химических реакций, то мы получим право называть ФОТОНИКУ — ТЕОРИЕЙ лишь тогда, когда она удовлетворяет как требованиям МАТЕМАТИЧЕСКОЙ теории, так и требованиям физической ИНТЕРПРЕТАЦИИ. Это приводит нас к необходимости изложить:

1. требования математической ТЕОРИИ;
2. требования физической ИНТЕРПРЕТАЦИИ.

Лишь при выполнении этих требований мы можем рассчитывать на появление действительно НОВОЙ ТЕОРИИ.

Глава 1. Требования математической теории

§1. Возникновение идеи о «единстве» всей математики

Требование ЕДИНСТВА или ЦЕЛОСТНОСТИ математической теории неясно витало и вивает в сознании выдающихся людей различных эпох. Уже в своеобразном «манифесте» группы Н. Бурбаки мы встречаем крушение замысла унификации всей математики у пифагорейцев — «все вещи суть числа», но открытие иррациональности — отвергло эту попытку унификации. Хотя и принято считать, что унификации математики посвящено многотомное издание Н. Бурбаки, мы хотели бы выделить Эрлангенскую программу Ф. Клейна в качестве первой современной попытки унификации ВСЕЙ МАТЕМАТИКИ (1872 г.).

Догадка, которой руководствовался Ф. Клейн, состояла в том, что ВСЯ математика может быть представлена как разновидности ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ. Он писал:

«Между приобретениями, сделанными в области геометрии за последние пятьдесят лет, развитие *проективной геометрии* занимает первое место. Если в начале казалось, что для нее недоступно изучение так называемых метрических свойств, так как они не остаются без изменения при проектировании, то в новейшее время научились представлять и их с проективной точки зрения, так что теперь проективный метод охватывает всю геометрию» (Об основаниях геометрии. — М.: ГИТТЛ, 1956. — С. 399). Ф. Клейн считал, что ему удалось специфицировать типы геометрий с помощью ГРУПП ПРЕОБРАЗОВАНИЙ КООРДИНАТ.

Не очень бросается в глаза, что метрика, доступная проективной геометрии — это метрика, которая позволяет разделить на две равные части отрезок или увеличить отрезок в два раза. Таким образом, эта метрическая шкала состоит из чисел, которые кратны 2^n или 2^{-n} . Само собою разумеется, что это дискретная шкала, которая (в прикладных теориях, использующих вычислительные машины) вполне достаточна для всех

технических приложений.

Другой подход к единству ВСЕЙ ГЕОМЕТРИИ был продемонстрирован Д. Гильбертом в его работах по основаниям геометрии. Гильберт положил в основу различия геометрий — различие в использовании АКСИОМ. Рассматривая каждую аксиому и ее отрицание, Гильберт предъявил не только неевклидовы геометрии, но и недезарговы, неархимедовы, непаскалевы и др. геометрии. У Гильберта было введено 16 аксиом. Если считать, что все приведенные им аксиомы НЕЗАВИСИМЫ, то мы должны обзрывать и «узнавать в лицо» — 2^{16} геометрий, каждая из которых может быть выделена последовательностью из нулей и единиц (в зависимости от принятия данной аксиомы — 1, а если данная аксиома отрицается, то 0) — 65 536 различных геометрий. При интерпретации каждой в той или иной предметной области — мы можем получить такое количество качественно различных физических теорий.

Третий подход к единству ВСЕЙ ГЕОМЕТРИИ идет от О. Веблена. Не задерживаясь на антагонизме геометрий Клейна и Римана, блестяще разобранных Э. Картаном в его работе «Теория групп и геометрия» (1927 г.), существование римановых геометрий, которые лежат за рамками Эрлангенской программы Ф. Клейна, привело О. Веблена и Дж. Уайтхеда к работе «Основания дифференциальной геометрии». Там О. Веблен упоминает о своем докладе на международном математическом конгрессе в Болонье. О. Веблен ожидал синтеза всех геометрий, как «...теорию пространств с инвариантом». Мне кажется, что О. Веблен и использовавший его работы Г. Крон, сделали шаг в правильном направлении. Здесь мы встречаемся с понятием «РАЗМЕРНОСТЬ», которое будет иметь весьма важное значение в нашем последующем изложении. Развитием этого направления служит четырехтомное издание работ японской ассоциации прикладной геометрии (RAAG), изданных в 1955-1968 гг.

Хотя японская ассоциация пользовалась работой Г. Крона «Нериманова динамика вращающихся электрических машин» (1934 г.), только в Японии мы находим развитие идей Г. Крона. Я (являясь редактором книги Г. Крона «Тензорный анализ сетей» — М.: Сов. радио, 1978) не могу отказать себе в удовольствии процитировать его предисловие 1939 г. Многие ли математики в то время были знакомы с возможными обобщениями N -мерных пространств, о которых пишет Г. Крон: «... N -мерные пространства можно обобщать до бесконечномерных пространств. Кроме того, вместо использования

только четырех-, пяти- и вообще целочисленно-размерных пространств можно использовать $2/3$ -, $4,375$ - или π -мерные пространства, включающие все типы сложных структур. Эти пространства используются в исследовании более фундаментальных электродинамических явлений» (стр. 12). Исследование фракталов стало модным лишь в последнее время, а что касается π -мерных пространств, то здесь мы имеем дело лишь небольшим числом пионерских работ.

§2. «Стандарт» математической теории по Бурбаки

Теперь мы можем обратиться и к тому «стандарту», который предложен группой Н. Бурбаки. Первая глава книги «Теория множеств» носит название «Описание формальной математики». Здесь не место для изложения, которое удовлетворяет строгости, с которой она изложена авторами Трактата. Ее суть можно представить следующим образом.

Всякая математическая теория состоит из:

1. языка формальной теории;
2. аксиом;
3. правил вывода.

Наличие указанных трех составных частей характеризует ЛЮБУЮ МАТЕМАТИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ.

Указанные составные части сами имеют некоторое членение.

Рассмотрим первую составную часть Теории — ЯЗЫК. Последний сам состоит из трех составных частей:

- 1.1. АЛФАВИТ — это буквы и знаки, которые будут использоваться для написания текста данной теории. Мы, с учетом дальнейших примирений, будем рассматривать БУКВЫ отдельно от ЗНАКОВ. Это различие не очень существенно для математики, но полезно для будущих приложений.
- 1.2. СЛОВАРЬ — это или БУКВА или последовательность БУКВ, с помощью которых мы будем писать ИМЕНА ОБЪЕКТОВ, которые будут рассматриваться в данной теории. Обратим внимание читателя, что после введения СЛОВАРЯ — ВСЕ ВЫСКАЗЫВАНИЯ или УТВЕРЖДЕНИЯ данной теории можно формировать ТОЛЬКО из данного словаря. Другое название ИМЕН ОБЪЕКТОВ — ТЕРМЫ или ТЕРМИНЫ. Мы видим, что в разных предметных областях используются разные термины, что и должно давать РАЗЛИЧИЕ в словарях различных теорий.
- 1.3. Нет названия всей области, но здесь мы имеем дело с соединением ТЕРМОВ со ЗНАКАМИ. Такое соединение дает

ФОРМУЛЫ и СООТНОШЕНИЯ, которые понимаются как ВЫСКАЗЫВАНИЯ или УТВЕРЖДЕНИЯ соответствующие данной предметной области.

Мы предлагаем всю совокупность ФОРМУЛ или СООТНОШЕНИЙ, которую можно образовать из данного СЛОВАРЯ и данной совокупности ЗНАКОВ — называть ФОРМУЛИЗМОМ. Было бы естественнее назвать все возможные высказывания конкретного математического языка — ФОРМАЛИЗМОМ, но... этот термин уже используется математикой для обозначения всей теории в целом.

Обращаем внимание, что число высказываний, утверждений (формул или соотношений) внутри данного языка — ЧЕТНО: эта четность порождается знаком ОТРИЦАНИЯ, который сопровождает каждую математическую теорию. Наряду с высказыванием A всегда существует его отрицание $\neg A$ (или — НЕ- A).

Мы видим, что по способу образования сам по себе математический язык допускает любые утверждения из любой предметной области. Он ровно ничего не говорит об ИСТИННОСТИ или НЕ-ИСТИННОСТИ тех или иных утверждений или высказываний (формул или соотношений).

Различие ИСТИННЫХ и НЕ-ИСТИННЫХ высказываний определяется второй составной частью математической теории — ее АКСИОМАМИ.

2) АКСИОМЫ. Мы предпочитаем различать АКСИОМЫ двух типов:

2.1 АКСИОМЫ, которые в данной теории имеют ПОСТОЯННОЕ ЗНАЧЕНИЕ.

2.2 АКСИОМЫ, которые в данной теории могут изменять свое ЗНАЧЕНИЕ.

Предлагаемое различие аксиом в нормальной математике не делается, но нам необходимо это различие, поскольку в прикладной области сохранение ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ означает, что сохраняются утверждения, которые мы объявляем ЗАКОНАМИ данной предметной области. Изменение этих ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ означает, что мы ИЗМЕНИЛИ ТЕОРИЮ. С другой стороны, изменение тех аксиом, которые могут менять свое значение — соответствует изменению УСЛОВИЙ, в которых используется данная теория. Практически речь идет о граничных, краевых, начальных и тому подобных УСЛОВИЯХ, которые сопровождают применение теории.

Иногда в роли ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ выступают

КОНСТАНТЫ, более известные как ИНВАРИАНТЫ данной предметной области. Эти же ИНВАРИАНТЫ в физике выступают в роли ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ.

Последним элементом любой математической теории являются ПРАВИЛА ВЫВОДА. Это формулы и соотношения, которые позволяют заменять одно высказывание на другое без потери ИСТИННОСТИ. О правилах вывода можно сказать так — ЭТО ОДНО и ТО ЖЕ, но выраженное в двух различных формах.

Перечислив составные части любой математической теории, мы можем рассмотреть вопрос о том, что называется ВЫВОДОМ, получаемым как СЛЕДСТВИЕ из принятых АКСИОМ (или ПРЕДПОСЫЛОК).

Используя аксиомы и условия, мы можем вычленить из списка утверждений данной теории (то есть из списка, названного формулизмом):

1. одно и только одно утверждение (соотношение). Это ОДНОЗНАЧНОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ означает, что список аксиом и условий является для получения предсказания — НЕОБХОДИМЫМ и ДОСТАТОЧНЫМ.
2. вместо одного утверждения (соотношения) несколько: отсутствие однозначности предсказания свидетельствует о том, что нам НЕДОСТАЕТ каких-то условий для получения однозначных предсказаний.
3. не существует ни одного утверждения в языке данной теории, которое удовлетворяет как исходным аксиомам, так и условиям. В таких случаях принято говорить, что условия противоречивы.

Поскольку все случаи, которые могут встретиться при извлечении следствий из принятых предпосылок, нами разобраны, то и понятен образ действий в каждом случае. Однако чтобы избежать «описок» при получении следствий, желательно каждую теорию сдавать в машинную систему, которая гарантирует нас от ссылок на интуицию и дает только то, что следует из данной конкретной теории.

Очевидно, что неоднозначность предсказания свидетельствует о том, что НЕТ (НЕДОСТАЕТ) каких-то УСЛОВИЙ.

Противоречивость может свидетельствовать о необходимости замены некоторых аксиом или условий.

Решив вопрос с аксиомами и условиями, обратимся к правилам вывода.

Правила вывода могут в физических приложениях играть роль

УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ. Сохранение ФОРМЫ уравнений движения является задачей, которая решается при использовании МЕТОДА Г. Крона.

Практически это все, что необходимо знать ФИЗИКУ или ХИМИКУ об устройстве всех математических теорий. В списке постоянных аксиом содержатся УТВЕРЖДЕНИЯ, которые КОНСТРУКТОР ТЕОРИИ объявил ИСТИННЫМИ. Мы подчеркиваем это обстоятельство, так как развитие теории требует ИЗМЕНЕНИЯ ПОСТОЯННЫХ АКСИОМ, которые были объявлены ИСТИННЫМИ. По отношению к физике — это означает, что ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ являются не более, чем ПРАВИЛАМИ для вычисления ПРЕДСКАЗАНИЙ с достаточной для практики точностью.

Возможная величина невязки этих СОХРАНЯЮЩИХСЯ ВЕЛИЧИН может выражаться в двадцатом знаке, что может не иметь значения из-за значительной большей погрешности в методах измерения.

§3. *Отличие математического языка от естественного языка*

Введенный группой Н. Бурбаки язык — язык теории множеств — являясь унифицированным языком математики, имеет кардинальное отличие от естественного языка. В математической теории не только следствия находятся в однозначном соответствии с принятыми предпосылками, но имеется такое же взаимно однозначное соответствие между ТЕРМОМ (или термином) и обозначаемым этим термом математическим ОБЪЕКТОМ.

Математический объект всегда выведен из-под действия ВРЕМЕНИ. Это выражается в том, что некоторые формулы принято называть в математике АТОМАМИ (или АТОМАРНЫМИ ВЫСКАЗЫВАНИЯМИ). Атом несет в себе два значения: неделимый и объект, который не изменяется с ходом действительного времени. Последнее должно означать, что обозначенный этим термом или соотношением объект так же не изменяется, как не изменяется (по написанию) его «имя». Поскольку это положение известно лишь очень ограниченному кругу математических логиков (таких как, например, был П.С. Новиков) — мы можем это положение найти и в трактате Н. Бурбаки. В сводке результатов есть, например, и такой:

«Некоторые свойства, например $x = x$, истинны для ВСЕХ элементов из E ; любые два таких свойства эквивалентны; определяемая ими часть, называемая иногда ПОЛНОЙ ЧАСТЬЮ множества E , есть не что иное, как само множество E .

Напротив, некоторые свойства, например $x \neq x$, не истинны ни для

какого элемента из E ; любые два таких свойства тоже эквивалентны; определяемая ими часть называется ПУСТОЙ ЧАСТЬЮ множества E и обозначается \emptyset .

Заметим, что E и \emptyset являются дополнениями одно для другого» (С. 355).

Такие математические объекты, как квадрат, окружность или прямая линия не могут быть ФИЗИЧЕСКИ ИЗГОТОВЛЕННЫ, так как имеют место несоизмеримость стороны и диагонали квадрата или длины окружности и диаметра, однако, существуя лишь в сознании индивида — эти объекты самым бережным образом транслируются из головы в голову на протяжении тысячелетий. Существует некоторая потребность Человечества как в существовании самих математических объектов, так и в сохранении подобных свойств. Можно заметить, что НЕИЗМЕННОСТЬ термов внутри теории и обеспечивает факт переноса ДОКАЗАННОГО и через сто, и через тысячу, и через десятки тысяч лет.

Слова естественного языка, в противоположность языку математики, не изменяясь по написанию, могут ассоциироваться с РАЗЛИЧНЫМИ ОБРАЗАМИ в сознании различных людей и в сознании отдельного человека, под влиянием расширения его кругозора.

Глава 2. Требования физической интерпретации

Между языком математики и физической реальностью существует непримиримое противоречие: объекты математической теории — тождественны сами себе, а физическая реальность представляет пестрый мир изменений и действительного развития. Для получения математического описания физической реальности необходимо ОТКРЫВАТЬ ТО, что за видимостью ИЗМЕНЕНИЙ само остается БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ. Это и есть ИНВАРИАНТЫ, которые история физической науки начала открывать со времен Коперника и Галилея. Сюда относятся ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА.

Если положение, что «радиус-вектор планеты за равные промежутки времени заметает равные площади» сохранило свое значение и в наши дни, то другое положение Кеплера «отношение куба радиуса планеты к квадрату периода обращения есть величина постоянная» — пришлось корректировать. Это и было сделано Ньютоном. Хотя указанное отношение и остается постоянным для каждой планеты, но сами ПОСТОЯННЫЕ — РАЗЛИЧНЫ для различных планет. Если эти различные постоянные назвать МАССАМИ этих планет, а массы планет считать различными, можно получить механику Ньютона. Это обстоятельство и привело к исторической традиции считать МАССУ

величиной постоянной, что вызвало массу недоразумений в момент возникновения специальной теории относительности. Физическая интерпретация математических теорий требует наличия некоторой системы ИНВАРИАНТОВ, которые могут играть роль физических законов СОХРАНЕНИЯ. Путь в этом направлении лежит через забытую ФОРОНОМИЮ Германа (1716 г.). В наше время форономию заменил термин КИНЕМАТИКА. Последняя позволяет записать любую траекторию движения ТОЧКИ через разложение в бесконечный ряд.

§1. Кинематическая система физических величин

В основе кинематической системы физических величин лежит понятие РАЗМЕРНОСТИ физической величины. Хотя о теории размерностей принято говорить еще со времен Фурье, мы должны обратить внимание, что для становления теории необходимо возникновение ТЕРМИНА и его ЗНАКОВОЕ ВЫРАЖЕНИЕ. Такое знаковое выражение теория размерностей получила от Максвелла, который ввел специальный символ для обозначения размерности физической величины — квадратные скобки $[L^r T^s]$ - где r и s целые (положительные или отрицательные числа), а L и T — длина и время соответственно. Сам Максвелл рассмотрел два способа выражения силы и восстановил из понятия массы Ньютона скрытый за ней закон Кеплера.

Сравнивая два выражения для СИЛЫ:

$$f = m \cdot a \text{ и } f = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

он получил (считая гравитационную постоянную безразмерной величиной) размерность массы в виде:

$$m = [L^3 \cdot T^{-2}] \text{ — что и соответствует закону Кеплера.}$$

Зная эту связь, можно утверждать, что при Кеплеровых движениях масса остается ПОСТОЯННОЙ, но для других движений — она может оказаться величиной ПЕРЕМЕННОЙ.

Размерность СИЛЫ, следующая из этих выражений, имеет вид:

$$[f] = [m] \cdot [a] = [L^3 \cdot T^{-2}] \cdot [L^1 \cdot T^{-2}] = [L^4 \cdot T^{-4}]$$

Фотохимические процессы и равновесия

Воздействие на скорость химических реакций резонансным излучением от веществ, являющихся участниками этой же химической реакции.

Часть I. Теоретические основы химии фотонов
§1. Взаимодействие фотонов и атомов (молекул)

Взаимодействие молекул с излучением требует рассмотрения механизма взаимодействия фотона с молекулой. Этот механизм требует рассмотрения двух процессов:

1. Почему некоторые фотоны поглощаются, а некоторые фотоны не поглощаются?
2. Почему некоторые из поглощаемых фотонов приводят к химической реакции, а некоторые фотоны дают только возбуждение молекул, и теряются, передаваясь другим молекулам при ударах второго рода или излучаясь в виде люминесценции?

Ответ на первый вопрос довольно прост — каждая молекула поглощает те и только те фотоны, которые соответствуют спектру поглощения этой молекулы. Этот эффект ярко выражен только в газовой фазе и снижается при конденсации молекул в жидкой фазе и еще более снижается при образовании твердой фазы. Фазовые переходы сопровождаются изменением спектра поглощения молекулы. Даже в газовой фазе наиболее эффективное (резонансное) поглощение наблюдается при минимальных температурах, допускаемых данным газом.

Ответ на второй вопрос сравнительно прост для атомарных спектров благородных газов, где он проявляется в чистом виде.

Если резонансный фотон не достигает энергии фотоионизации, то мы имеем дело с физическим процессом, который является эффектом НАГРЕВАНИЯ. Энергия поглощенного фотона будет обнаруживаться как КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ молекулы.

Если резонансный фотон соответствует частоте фотоэффекта, то наблюдается ХИМИЧЕСКИЙ процесс, так как из электрохимии известно, что процессы потери или приобретения электронов являются ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКЦИЯМИ. Энергия поглощенного фотона будет обнаруживаться как ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ молекулы.

Для многоатомных газов к спектру поглощения, связанному с поглощением света и переходом электрона в возбужденное состояние, дополняется переходами не только электронов, но вращательными и колебательными спектрами этой молекулы. Однако и в этом случае, хотя число спектральных линий резко возрастает, имеет место поглощение фотона только тех частот, которые соответствуют спектру (резонансным частотам) той же самой молекулы. Здесь химическая реакция может быть

связана не только с чистым фотоэффектом по отношению к электрону, но с фотодиссоциацией молекул.

Описанный выше эффект возможности передачи энергии от молекулы к молекуле в соответствии со спектром поглощения является основанием к наблюдаемому эффекту ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗА.

Известно, что закон парциального давления газа был установлен Дальтоном, который пытался объяснить выпадение дождя, когда барометрическое давление падает. Дальтона, как и его современников, мучил вопрос: «Почему при падении барометрического давление собственное давление паров воды может увеличиваться и достигать точки росы, что и приводит к выпадению дождя?».

Дальтон ввел ДВА предположения:

1. Каждый из газов в атмосфере состоит из определенного вида АТОМОВ (Дальтон рассматривал как ПРОСТЫЕ, так и СОСТАВНЫЕ атомы). Это положение Дальтона и привело к нашим представлениям об атомарном строении вещества. Но из этого предположения выпадение дождя вовсе не следует. Суть в том, что это было не ЕДИНСТВЕННОЕ предположение.
2. Каждый вид атомов оказывает ОТТАЛКИВАТЕЛЬНОЕ действие только на подобные себе атомы, что дает возможность каждому виду атомов иметь ДАВЛЕНИЕ, которое не зависит от давления атомов другого вида.

Это предположение Дальтона вызвало критику и было отвергнуто. Сам Дальтон предполагал, что эти специфичные отталкивательные силы, которые действуют между атомами одного вида, напоминают магнитную силу, которая действует на одни тела и не оказывает действия на другие. Все попытки Дальтона защитить второе предположение оказались неудачными.

Наука сохранила только первое предположение и отвергла — второе. Ведь из второго предположения следовало, что существует столько разновидностей отталкивательных сил, сколько существует разных видов атомов.

Изложенное выше о возможности поглощения только резонансных фотонов, соответствующих собственным частотам данной молекулы, ОПРАВДЫВАЕТ и второе предположение Дальтона. Не следует забывать, что предположения Дальтона были предметом дискуссии в 1801-1807 годах, когда в физике господствовал ТЕПЛОРОД, а в химии — ФЛОГИСТОН. За прошедшие два столетия только Б.М. Кедров проявил

интерес к этой истории в связи с открытием Менделеева.

Уточним формулы, которые должны описывать химические процессы, проходящие под действием резонансных фотонов, то есть такого излучения, которое соответствует спектру поглощения участников реакции. Мы будем исходить из **ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ**, так как многоступенчатые переходы приводят к тому же эффекту.

Так как отсутствует название для фотохимических реакций, где уравнения и константы равновесия пишутся с участием фотонов определенных длин волн или определенных частот, то теоретическое описание таких реакций мы будем называть **ФОТОНИКОЙ**.

Запишем традиционно химическую реакцию между **АТОМАМИ** натрия и хлора:



Запишем константу равновесия:

$$K_{хим} = \frac{[NaCl]}{[Na^0][Cl^0]} + Q \quad (2)$$

Здесь Q — тепловой эффект реакции.

Как отмечалось выше, эта запись химической реакции страдает отсутствием **ПОЛНОТЫ**. В ней нет места излучению, которое является неизменным участником **ЛЮБОЙ** химической реакции. Фотохимическое равновесие предполагает наличие непрерывного потока лучистой энергии с заданной частотой или длиной волны. Физический смысл новой константы равновесия — поперечное сечение захвата фотона. Аналогичное понятие пока существует лишь в ядерной физике, где поперечное сечение захвата нейтрона зависит от энергии нейтрона, которую тоже (по соотношению де Бройля) можно рассматривать как частоту или длину волны, связанную с нейтроном. Подобно тому, как существуют резонансы в ядерной физике, существуют подобные резонансы и в обычной химии: спектр резонансных частот и есть действительный спектр соответствующей молекулы.

Хотя это было очень давно, но один из физиков-теоретиков отрицал возможность поглощения фотонов отдельными атомами, ссылаясь на геометрическую оптику: длина волны во много раз больше поперечного сечения любого атома и такая волна «должна огибать препятствие столь малого размера». Мне пришлось сослаться на атомный абсорбционный анализ, где излучение натриевой лампы почти в три тысячи раз больше размера атома или иона натрия, но поперечное сечение захвата столь велико, что резонансная линия сильно поглощается

натрием из пламени, расположенного между лампой и приемником излучения. Поскольку речь идет о весьма уважаемом физике-теоретике, то сколь маловероятно знание такого рода фактов из физических методов химического анализа для рядовых физиков. Другим примером являются оптико-акустические газоанализаторы. Это приборы, которые преобразуют резонансное излучение, различное в различных камерах, в колебания мембраны, то есть в звуковой эффект.

Запишем уравнение реакции между фотоном и нейтральным атомом натрия:

Полная запись с участием фотонов приобретает вид:



Сделанная запись показывает, что атом натрия (свободный) не может сам отдать электрон и превратиться в ион натрия, так как отрыв электрона требует выполнения «работы выхода», которая и совершается под действием фотона с частотой ν_1 . Нижний индекс 1 характеризует частоту, которая необходима для отрыва электрона.

Запишем константу фотохимического равновесия для этой стадии химического процесса:

$$K_{\text{фотохим}_1} = \frac{[Na^+][e^-]}{[Na^0][h\nu_1]} = K_{\text{фх1}} \quad (4)$$

Запись справа является сокращением записи константы слева, так как левая требует слишком много букв. Но это не значит, что у новых констант фотохимического равновесия не было отличия от традиционной записи.

Запишем уравнение реакции между свободным электроном и нейтральным атомом хлора. Полная запись с участием фотонов приобретает вид:



Здесь захват электрона нейтральным атомом хлора связан с выделением «энергии сродства к электрону», которая высвечивается в виде фотона с частотой ν_2 .

Запишем константу фотохимического равновесия для этой стадии химического процесса:

$$K_{\text{фотохим}_2} = \frac{[Cl^-][h\nu_2]}{[Cl^0][e^-]} = K_{\text{фх2}} \quad (6)$$

Последняя стадия этого химического процесса состоит в образовании связи между ионами натрия и хлора, а энергия образовавшейся связи выделяется в виде фотона с частотой ν_3 :



Запишем константу фотохимического равновесия и для этой стадии химического процесса:

$$K_{\text{фотохим3}} = \frac{[NaCl][h\nu_3]}{[Na^+][Cl^-]} = K_{\text{фх3}} \quad (8)$$

Последняя константа фотохимического равновесия отличается от обычной константы, принятой в химии, тем, что в знаменателе стоят ионы, а не свободные атомы натрия и хлора. Но, пользуясь выражениями (4) и (6), можно совершить замену. Используя формулу (4), находим выражение для иона натрия, фигурирующего в формуле (8):

$$Na^+ = \frac{K_{\text{фх1}}[Na^0][h\nu_1]}{[e^-]} \quad (4^*)$$

Подставим это значение в формулу (8) и получим:

$$K_{\text{фотохим3}} = \frac{[NaCl][h\nu_3][e^-]}{K_{\text{фх1}}[Na^0][h\nu_1][Cl^-]} \quad (8^*)$$

Подобным образом из формулы (6) находим:

$$Cl^- = \frac{K_{\text{фх2}}[Cl^0][e^-]}{[h\nu_2]} \quad (6^*)$$

Подставим и это значение в формулу (8*):

$$K_{\text{фотохим3}} = \frac{[NaCl][h\nu_3][e^-][h\nu_2]}{K_{\text{фх1}}[Na^0][h\nu_1]K_{\text{фх2}}[Cl^0][e^-]} \quad (8^{**})$$

Нетрудно видеть, что, перенося в левую часть формулы (8**) все, что не входит в запись формулы (2), и, сокращая концентрацию электронов, получим:

$$K_{\text{фх1}} \cdot K_{\text{фх2}} \cdot K_{\text{фх3}} \frac{[h\nu_1]}{[h\nu_2][h\nu_3]} = K_{\text{хим}} = \frac{[NaCl]}{[Na^0][Cl^0]} \quad (2^{**})$$

Полученный результат показывает, что полное выражение урезанной константы химического равновесия, игнорирует излучение, которое используется в химическом процессе.

Окончательно — полное выражение для константы равновесия имеет вид:

$$K_{хим} = K_{\phi x1} \cdot K_{\phi x2} \cdot K_{\phi x3} \frac{[h\nu_1]}{[h\nu_2][h\nu_3]} \quad (9)$$

Но до сих пор эта урезанная запись не приводила к особым недоразумениям. Это так и будет, если излучение соответствует формуле Планка, дающей распределение излучения в спектре абсолютно черного тела. Если же, под действием внешних источников, плотность излучения отличается от того, что следует из формулы Планка, то мы и обнаруживаем несостоятельность обычной константы.

Мы еще не выразили тепловой эффект химической реакции Q через участников реакции при полном описании. Нетрудно видеть, что тепловой эффект химической реакции легко выражается через фотоны. Алгебраическая сумма поглощенных и излученных фотонов дает выражение для теплового эффекта реакции.

$$Q = N \cdot (h\nu_1 - h\nu_2 - h\nu_3)$$

где Q — тепловой эффект реакции; N — число Авогадро; $h\nu_i$ — энергия фотонов, участвующих в реакции.

В нашем описании отсутствует понятие ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ; роль этой величины играет энергия первого фотона. В экзотермических реакциях энергия этого фотона МЕНЬШЕ, чем энергия выделившихся фотонов. В эндотермических реакциях энергия первого фотона БОЛЬШЕ, чем энергия выделившихся фотонов. Из этого следует, что эндотермические реакции предполагают использование дальнего ультрафиолета, которого сейчас на поверхности планеты практически нет. По утверждению В.И. Вернадского вся атмосфера Земли биогенного происхождения. Это означает, что в отсутствие Жизни этот ультрафиолет доходил до поверхности планеты и мог обеспечить протекание реакций синтеза органических веществ из неорганических.

§2. Электромагнитное излучение в пространстве

Хотя лучистую энергию, которая рассеивается звездами, принято называть ТЕПЛОТОЙ — мы считаем это утверждением некорректным. Это электромагнитное излучение ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ТЕПЛОТУ тогда и только тогда, когда прошел эффект поглощения этого электромагнитного излучения ВЕЩЕСТВОМ (в газовой, жидкой или твердой фазе). Теплота нагретых тел, в какой бы фазе эти тела не находились, опять излучается в виде электромагнитного излучения в соответствии с законом Стефана-

Больцмана, пропорционально четвертой степени абсолютной температуры.

Таким образом, в нашем рассмотрении участвуют одни и те же фотоны в двух формах:

1. В форме электромагнитного излучения в свободном пространстве (в вакууме) с той или иной длиной волны или с той или иной частотой;
2. В форме теплоты, когда эти фотоны претерпели эффект превращения в ТЕПЛОТУ, но только после поглощения их тем или иным ВЕЩЕСТВОМ.
3. В форме химической потенциальной энергии, когда эти фотоны вызвали фотоэффект или фотодиссоциацию. В последнем случае реизлучение уже не следует закону Стефана-Больцмана.

Отсюда возникает вопрос: не является ли кинетическая энергия молекул лишь проявлением поглощенных ФОТОНОВ?

Простой мысленный эксперимент подтверждает эту гипотезу. Если закрыть Землю оболочкой, которая изолирует Землю от действия лучистой энергии Солнца, и охладить Землю до абсолютного нуля температур, то вся газовая оболочка нашей планеты превратится в твердое тело с лужицами гелия. Естественно, что в этом мысленном эксперименте мы пренебрегаем теплотой, которая идет из глубинных слоев земного шара.

Этот мысленный эксперимент снимает мысленный штамп, связанный со статистическим описанием газа атмосферы, как «бильярдных шаров, находящихся в состоянии хаотического беспорядочного движения». При абсолютном нуле этого хаотического беспорядочного движения молекул не наблюдается, то есть такое движение не является СОБСТВЕННЫМ СВОЙСТВОМ молекул. Однако достаточно убрать преграду к доступу солнечного света — то довольно быстро восстановится наблюдаемая нами атмосфера, где над каждым квадратным сантиметром поверхности находится столб весом в килограмм.

Это позволяет нам сделать следующий вывод: кинетическая энергия молекул есть не что иное как энергия фотонов, поглощенная атмосферой и другими веществами поверхности планеты. Теперь существует термин для этого излучения — «плененное излучение». Наибольшее количество накопленной лучистой энергии связано с водой океана.

Именно признание факта, что кинетическая энергия молекул НЕ ЕСТЬ собственное свойство молекул, а результат поглощенных фотонов

— позволяет рассматривать кинетическую энергию молекул, как энергию «плененного излучения» — этот термин не придуман автором, а введен в теории лазеров по отношению к накапливаемому излучению.

С другой стороны, отказываясь от гипотезы бильярдных шаров, мы должны будем признать, что кинетическая энергия молекул, поглощающих в соответствии со спектром поглощения, КВАНТУЕТСЯ. Это являет себя в процессе излучения газов в виде специфического спектра излучения. Гипотеза бильярдных шаров находится в противоречии с наблюдаемыми СПЕКТРАМИ самих атомов и молекул.

Именно это квантование кинетической энергии и обеспечивает наличие парциального давления газа, которое мы обсуждали в предыдущем параграфе.

* * *

Это квантование кинетической энергии проявляется в несколько непривычном эффекте — в квантовании температуры отдельных молекул газа.

Здесь можно обеспечить безупречный мостик между статистической физикой и классической кинетической теорией. Известно, что первый шаг в этом направлении сделал в 1905 г. А. Эйнштейн. Однако, введенное им понятие квантов энергии было встречено с недоверием ведущими физиками того времени. В работе М.Д. Клейна, опубликованной в «Эйнштейновском сборнике» за 1966 год под названием «Первая работа Эйнштейна по квантам», сказано:

«Даже в 1913 г. Макс Планк мог включить следующее замечание в письмо, в котором он предлагал избрать Эйнштейна членом Прусской академии наук и всячески превозносил его труды и дарования: «То, что он иногда бьет мимо цели в своих соображениях, как, например, в связи с гипотезой световых квантов, не может быть поставлено ему в минус» (С. 261).

Более того, именно Эйнштейн и был тем человеком, который связал фотоэффект с химической реакцией. Так появилась радиационная теория катализа, ныне уже забытая. Теория фотоэффекта получила свое подтверждение только в 1916 году после работ Милликена. Таким образом, в момент становления квантовой статистики многие положения радиационной теории катализа казались весьма спорными.

Настоящая работа преследует цель — восстановить в правах радиационную теорию катализа (следует заметить, что автор обсуждал в личной беседе с академиком А.А. Баландиным все, что относится к ПОПОЛНЕНИЮ записи уравнений и констант равновесия с записью в них фотонов. А.А. Баландин предлагал написать отзыв, но я сказал, что мне важнее его личное мнение).

Наиболее ярким представителем этой теории был В. Мак-Льюис, опубликовавший книгу, переведенную на русский язык С.А. Шукаревым под названием «Теория квант в физической химии» (Петроград, 1924 г.).

Радиационная теория катализа встретила с ОДНИМ противоречием: скорости химических реакций оказались ВЫШЕ, чем требовалось от теории, которая действовала в то время. Вычисляя плотность лучистой энергии в сфере химической реакции, приходили к выводу, что такая плотность фотонов в сфере реакции НЕДОСТАТОЧНА для наблюдаемых скоростей реакции. В. Мак-Льюис использовал для «спасения» теории рассчитанную им плотность энергии, используя значение диэлектрической постоянной воды, которая равна 81. Поскольку диэлектрическая постоянная равна квадрату показателя преломления, то он учел значение показателя преломления n , равное 9. Вводя показатель преломления в предэкспоненциальный множитель закона излучения абсолютно черного тела Планка в кубе, он получил плотность энергии, которая в 729 раз выше, чем в вакуумной полости. Однако этого увеличения оказалось мало, так как относительно плотности излучения в вакууме требовался множитель порядка 10^6 .

С другой стороны, эта теория была опровергнута «экспериментально». Опровержение выглядело так. Определяем энергию активации для некоторой химической реакции. Делим полученное выражение на число молекул и вычисляем энергию активации отдельной молекулы. Считаем, что для каждой молекулы требуется излучение с частотой или длиной волны, равной энергии активации. Частота излучения, полученная этим вычислением, оказалась фотохимически неактивной. На таком опровержении и закончилась история радиационной теории катализа.

В настоящее время, когда мы знаем, что резонансная частота должна задаваться с точностью до 10^{-10} , а точность вычисления энергии активации не превосходит 5%, никакой проверки «экспериментально» не могло производиться вообще!

Более трудным, но правильно решенным Мак-Льюисом вопросом был вопрос о введении показателя преломления n в предэкспоненциальный множитель в формуле Планка.

Если для вакуума скорость света зависит ТОЛЬКО от длины волны и частоты:

$$c = \lambda \cdot \nu$$

где c — скорость света, λ — длина волны, ν — частота, то с учетом

показателя преломления n — либо длина волны, либо частота имеет своим множителем этот показатель преломления.

$$c = n \cdot \lambda \cdot \nu$$

Для вакуума предэкспоненциальный множитель имеет вид:

$$(\rho, U) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3},$$

то с учетом показателя преломления n — она примет вид:

$$(\rho, U) = \frac{8\pi h \nu^3 n^3}{c^3}$$

Теперь, чтобы получить плотность энергии, согласованную со скоростью реакции, то есть множитель 10^6 — достаточно, чтобы показатель преломления имел значение порядка 10^2 .

Поскольку речь идет о РЕЗОНАНСНОМ поглощении, то есть поглощения света, совпадающего с собственной частотой, то на собственных частотах, как известно, показатель преломления стремится к бесконечности (формально из математической формулы), а реально может заметно превосходить величину 10^2 . Таким образом, как теоретически (плотность излучения), так и «экспериментально» — радиационная теория катализа Эйнштейна выдержала испытание временем.

Относительно энергий фотодиссоциации и соответствующих энергий и частот (или длин волн) можно привести таблицу.

**Таблица электромагнитного излучения
в области от 100 до 1 000 нанометров или от 1 000 до 10 000 ангстрем**

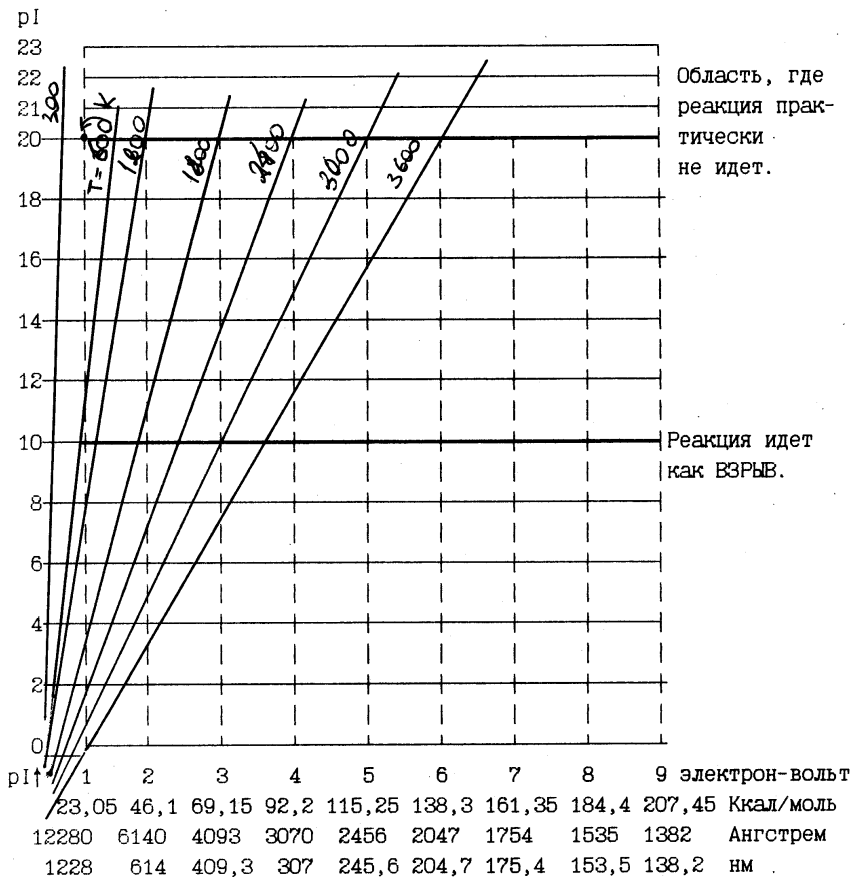
Спектр электромагнитного излучения					
длина волны, нм	длина волны, Å	энерг. фотона, эВ	энерг. связей, эВ	вид связи	ккал/моль
1000	10000	1,24			29
600	6000	2,06			48
590,5	5905		2,1	C-N	49
500	5000		2,5	C-C	58
400	4000	3,1			72
300	3000		4,4	C=C	102
253,7	2537	4,9			113
200	2000	6,2			143
196,8	1968		6,3	C=O	146
111,7	1117		11,1	C-H	256
100	1000	12,4			286

Приведенная таблица показывает энергию диссоциации (ионизации) некоторых химических связей.

Таблица показывает, что фотохимические процессы требуют фотонов из ультрафиолетовой области, с длинами волн меньше, чем 190 нм.

Показатель pI и график 1959 года

23,05	46,1	69,15	92,2	115,25	138,3	161,35	184,4	Ккал/моль
1	2	3	4	5	6	7	8	9 эВ
12280	6140	4093	3070	2456	2047	1754	1535	Ангстрем
1228	614	409,3	307	245,6	204,7	175,4	153,5	нм



pI — показатель ионизации — введен мною в 1959 г. вместо числа молекул, обладающих энергией, превосходящей величину энергетического барьера.

$\Delta N = N_0 e^{-\frac{E^*}{RT}}$ — это традиционное для химии уравнение Аррениуса.

Но такой же результат следует и из уравнения Планка для распределения энергии в излучении твердого тела:

$$\rho(\nu, U) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \Leftrightarrow const \cdot e^{-\frac{h\nu}{kT}}$$

Нетрудно видеть, что самые прозрачные материалы (самый прозрачный — LiF) пропускает свет до 1100 Å. Вслед за ним идут другие фториды (фторид кальция, стронция, бария). Можно упомянуть и фторид натрия, пропускающий до 1300 Å. Спектральная аппаратура базируется преимущественно на кварце, который начинает заметно поглощать уже ниже 1900 Å. Это означает, что наличие экспериментальных работ у физиков заметно ограничено использованием кварцевой оптики. С другой стороны, мы должны располагать материалами, которые способны пропускать излучение в области дальнего ультрафиолета (менее 200 нм). Одним из подходящих материалов является флюорит (фтористый кальций). Почти подобными свойствами обладают фториды других двухвалентных элементов той же группы (стронций, барий).

Мы не можем, пока не получим экспериментальных данных, ориентироваться на более прозрачные материалы, чем кварцевая оптика. Тем не менее мы можем получить ожидаемый эффект и при кварцевых газоразрядных лампах.

§3. Митогенетическое излучение и теория биологического поля А.Г. Гурвича

В свое время было много дискуссий, связанных с митогенетическим излучением А.Г. Гурвича. В собственных публикациях А.Г. Гурвича считается, что это открытие сделано в 1924 году. В «Собрании сочинений» академика П.П. Лазарева, бывшего главным биофизиком нашей страны, это открытие им отнесено к 1923 году. В сочинениях П.П. Лазарева этому излучению отводится весьма заметная роль, и приведены экспериментальные данные Г.М. Франка, получавшего спектры митогенетического излучения с использованием биологических детекторов.

Если использовать ПОЛНУЮ запись уравнений химических реакций с участием фотонов, то нет никакого сомнения, что такое хемилюминесцентное излучение должно сопровождать ВСЕ химические

реакции, образующие понятие ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ в любом живом организме. Более того, это хемилюминесцентное излучение со строго определенными длинами волн для каждой химической реакции позволяет понять такие нарушения обмена веществ как авитаминозы или отсутствие незаменимых аминокислот. Допустим мы рассматриваем цингу, как следствие авитаминоза С (отсутствие аскорбиновой кислоты). В свете изложенного выше это нарушение обмена веществ связано с тем, что для синтеза некоторых видов тканей в организме необходимо хемилюминесцентное излучение, сопровождающее распад аскорбиновой кислоты. Если этого излучения нет, то организм не способен осуществлять некоторые виды синтеза тканей, что и проявляется в клинической картине цинги. Здесь последовательно проводится фотохимическая точка зрения на протекание всех процессов обмена веществ в организме. Автор (будучи в местах не столь отдаленных) писал о методах хемилюминесцентного анализа крови, как метода диагностики видов нарушения обмена веществ. Надо сказать, что после официального отзыва из Сибирского филиала АН СССР и проверки самостоятельности в написании этой работы профессором Орловым (специалистом по катализу), ведомство Берия довольно быстро отреагировало на наличие некоторых нетривиальных результатов одного из заключенных. Меня спецконвоем отправили в Москву. Нужно заметить, что мои интересы не совпали с проблематикой радиационного поражения, которые в то время были в центре внимания, и на шарашку я не попал.

Это не помешало мне работать над этой проблематикой уже в Норильске, где я одно время работал в Опытно-Металлургическом цехе в обществе многих выдающихся ученых. П.И. Левин, мой непосредственный начальник, встретился мне в Москве, заведую аспирантурой в институте химфизики.

В работах по разделению редких земель в ГИРЕДМЕТЕ, которые основывались на разделении в поле градиента pH , я встретился с удивительным фактом, который привел меня в некоторое замешательство. Одним из фундаментальных положений теории поля в физике является положение о том, что поле — это часть пространства, где на пробное тело действует сила. Но никто не утверждает, что на поддержание стационарного поля необходимо расходовать МОЩНОСТЬ. Если я, на своей экспериментальной установке, отключаю источник напряжения, с ним вместе исчезает поле градиента pH . Любой градиент температур, давлений и пр. в технологических процессах поддерживается непрерывным расходом МОЩНОСТИ (потоком тепла, работой

компрессора и т.д.) Аналогичный расход мощности поддерживает простой обмен веществ в живых организмах. Это положение и отличает теорию биологического поля А.Г. Гурвича от того, что господствует в теории поля теоретической физики.

Итак, мы встречаемся в биологии и практической жизни с двумя видами полей:

1. Поле, для поддержания которого не надо расходовать **МОЩНОСТЬ**;
2. Поле, для поддержания которого надо расходовать **МОЩНОСТЬ**.

С принципом, играющим роль **ЗАКОНА — ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ МОЩНОСТИ**, автор встретился в работах Г. Крона (автор — один из редакторов его фундаментальной работы «Тензорный анализ сетей», изданной у нас в 1978 г.). В последующем автор нашел этот закон у Дж.К. Максвелла, а затем и у Лагранжа в 1788 году. Этот принцип отсутствует в учебниках физики не только России, но и Европы и Америки, но известен в Японии.

Принцип сохранения **МОЩНОСТИ** является тем малоизвестным фактом, который тесно связан с теорией биологического поля всех живых организмов. **ВСЕ** живые организмы нуждаются просто для своего сохранения, то есть нормального обмена веществ, в постоянном притоке **ЭНЕРГИИ**. Этот **ПОТОК ЭНЕРГИИ** и есть **МОЩНОСТЬ**. Но только ли живые организмы и технологические процессы связаны с потоком энергии или мощностью. Рассмотрим простой факт **СУЩЕСТВОВАНИЯ** поля температур вокруг Солнца. Это поле температур измеряется с помощью болометра и вычисляется из величины падающей на единицу поверхности (по закону Стефана-Больцмана) мощности. Само Солнце на **ПОДДЕРЖАНИЕ** этого поля температур расходует до четырех миллионов тонн массы, которую уносит в каждую секунду электромагнитное излучение. Часть этого потока падает на поверхность нашей планеты. Величина мощности, которая непрерывно падает на нашу планету, составляет 10^{14} киловатт!

Часть этого потока, перехватывается фотосинтезом растений и служит источником мощности, поддерживающим существование всей биосферы, то есть всей совокупности всех форм **ЖИЗНИ** нашей планеты.

Некоторое усилие разума должно помочь осознать тот простой факт, что при неизменном притоке лучистой энергии от Солнца, часть этого потока энергии, вовлекаемая в сферу **ЖИЗНИ** по ходу эволюции (с ходом действительного времени), непрерывно возрастает!

В этих условиях теория биологического поля как биосферы, так и

всех живых организмов, характеризуется УВЕЛИЧЕНИЕМ ПОТОКА ЭНЕРГИИ, отвлекаемой явлениями жизни.

Возвращаясь к хемилюминесцентному излучению, сопровождающему обмен веществ в любом живом организме, мы можем рассматривать совокупность химических реакций, которые предшествовали возникновению самой жизни на нашей планете. Многие синтезы органических соединений уже осуществлены из неорганических веществ под действием ультрафиолетового излучения, которое доходило до поверхности планеты в отсутствие атмосферы. В.И. Вернадский считал, что вся атмосфера Земли — биогенного происхождения. Автор считает возможным синтез любых органических веществ из неорганических под действием ультрафиолета соответствующих длин волн или частот.

§4. Противоположность двух видов обмена веществ в живой и неживой природе

Хотя обмен веществ и считается одним из признаков жизни — это правда, но не вся правда. Обмен веществ осуществляется как в живой, так и в неживой природе. Результат обмена веществ имеет два противоположных результата:

1. Либо следствием обмена веществ является УВЕЛИЧЕНИЕ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ;
2. Либо следствием обмена веществ является УМЕНЬШЕНИЕ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ.

В эволюции неживой природы, предшествовавшей возникновению жизни, доминировали процессы УМЕНЬШЕНИЯ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ, что приняло форму ВТОРОГО ЗАКОНА ТЕРМОДИНАМИКИ. В эволюции живой природы доминируют процессы, которые приводят к УВЕЛИЧЕНИЮ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ, что справедливо для всех форм жизни, включая явления ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ. В обыденной жизни этот принцип приводит к росту энерговооруженности труда, которая и наблюдается как РОСТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА (в первом приближении). Само собою разумеется, что это термодинамически ВЫНУЖДЕННЫЙ процесс, который не может протекать самопроизвольно, но поток лучистой энергии Солнца, мощностью 10^{14} киловатт, и обеспечивает подходящие условия для подобного «принуждения».

Длительное изучение (занявшее 50 лет жизни!) и позволяет автору высказывать ДВА утверждения, которые отличают его научную позицию от многих коллег:

1. Закон сохранения МОЩНОСТИ (установленный еще Лагранжем);
2. Кажущийся КПД, превосходящий 100%, (обнаруженный еще С.А. Подолинским в 1880 г.), получивший свое развитие в работах Э.С. Бауэра, как ЗАКОН, характеризующий понятие ЖИЗНЬ.

Указанные принципы и обеспечили спокойное объединение двух кинетических теорий газа: бильярдных шаров статистической физики и квантованных уровней кинетической энергии молекул. В настоящее время нет ни одного явления в кинетической теории газов, которое не следовало бы из моделей молекул с квантованием кинетической энергии.

Кажущаяся сложность понимания явлений жизни, явлений обмена веществ, условий протекания химических реакций (с целью управления этой скоростью), отсутствие необратимых химических реакций — все это и было отражено в докладе автора (с соавторами) на конференции по механизмам склеротических процессов и рубцевания. Начало работ по ПОЛНОЙ записи уравнений химических реакций — есть первый шаг на пути к восстановлению склеротически измененных тканей, на пути к сверхдолголетию активной жизни до 600 и более лет.

Мы находимся в начале этого пути, что позволяет надеяться на успех экспериментальных работ по резонансному воздействию на молекулы, которые вступают в реакцию.

Переход от классической современной физики к фотонике

Поскольку в моем отчете по фотонике все излагается только через фотонный механизм, то желательно иметь такое дополнение к отчету, в котором осуществляется переход от классической физики к фотонике. Если бы автор оставался в пределах тех научных результатов, которые известны современной науке, то ничего существенно нового от него получить (услышать, прочитав) было бы невозможно. Я называю любую научную позицию либо НОВОЙ, либо СТАРОЙ.

Для НОВОЙ научной позиции необходимо указать те положения, которых в современной науке НЕ БЫЛО, а эта позиция отличает автора от всех известных работ. Если этих НОВЫХ положений нет, то мы имеем дело лишь с перестановками слов в известных (существующих) ТЕОРИЯХ.

Для СТАРОЙ научной позиции характерно то, что в рамках той или иной теории ВЫВОДИМО из ранее известных ЗАКОНОВ (или АКСИОМ — в математическом описании). Более того, автор старой научной позиции даже не всегда может назвать те аксиомы, на которых построена используемая им ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ.

Мне самому приходилось и приходится сталкиваться с людьми, которые считают, что они приходят ко мне с «новыми» научными результатами. В этом случае мне приходится задавать один и тот же вопрос: «Что Вам известно такого, что НЕИЗВЕСТНО в современной науке?».

Если мне не могут назвать таких положений, то я знаю, что от перестановки слов известной теории ничего нового получить нельзя. Очевидно, что спрашивая это у других людей, я сам должен отвечать на тот же вопрос. Поскольку речь идет о математической (или теоретической) физике, то ВСЕ правильно сделанные теории можно передать машинной информационной системе, а последняя должна выдавать ПРЕДСКАЗАНИЯ (подтверждаемые ПРАКТИКОЙ) при задании ЭВМ соответствующих УСЛОВИЙ.

Вообще говоря, нельзя рассчитывать на положения, как на НОВОМ, чтобы у этого положения не было научных предшественников, которые по тем или иным причинам не получили признания из-за ограниченности научных данных, которыми располагали предшественники.

Именно это положение и приводит к пословице: «Новое — это хорошо забытое старое».

Я назову ТРИ ПОЛОЖЕНИЯ, которые отличают автора от многочисленных предшественников:

1. Автор пользуется СТАНДАРТОМ или ТЕХНИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ на приемку прикладных научных теорий;
2. Автор использует ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МОЩНОСТИ, установленный еще Лагранжем и отсутствующий в учебниках физики высшей школы не только у нас, но и в Европе, и в Америке, но известный в Японии.
3. Автор пользуется своим определением понятия ЖИЗНЬ, с учетом различия в математической физике аксиоматики ЖИВОЙ и НЕЖИВОЙ природы.

Если все указанные положения не являются НОВЫМИ для читателя, причем не по одному, а в совокупности, то для такого читателя этот текст не несет новой информации.

Я назвал три положения, которые и обеспечивают особенность НОВОГО в работах автора. Знание этих трех положений необходимо, чтобы новая физика ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ приобрела достойный вид. Следует отметить, что всякая НОВАЯ теория включает классические теории на правах частного случая. Такой эффект достигается, когда в

рамках старой теории, имеющей свои границы применимости, определяемые АКСИОМАМИ, одна из аксиом отрицается, а это позволяет распространить теорию на область, в которой старая теория была несостоятельна. В области чистой математики такой пример следует из работ Н.И. Лобачевского и Я. Бойяи.

Прежде чем излагать ДОКАЗАТЕЛЬСТВО истинности трех особенных положений, которыми автор пользуется в своих работах, мы хотели бы обратить внимание на одну «физическую константу», известную как константа Больцмана. Константа Больцмана $k = 1,38054 \cdot 10^{-16}$ эрг/град фигурирует в физике как постоянная и связывает классическую термодинамику со статистической физикой, как в классическом случае, так и в квантовой механике. Действительно ли это «физическая постоянная»?

Нетрудно показать, что это не так. Достаточно было бы в истории физики разбить шкалу термометра между точкой плавления льда и точкой кипения воды на десять или на тысячу частей, — как эта «константа» либо увеличилась бы в десять раз, либо уменьшилась бы в десять раз. Слепая уверенность в том, что эта величина от Бога, не позволяет увидеть в этой константе СОГЛАШЕНИЯ, принятого в истории физики. Считать эту величину константой — это не увидеть другие, не менее важные дефекты в физической теории.

Известно, что в школьной физике, да и в учебниках высшей школы, фигурирует формула:

$$E = pV = RT \quad (1)$$

Здесь E — энергия, накопленная в форме тепла в газе; p — давление газа; V — объем газа; R — газовая постоянная; T — температура газа.

Вообще говоря, такую зависимость теоретическая физика имеет для идеального газа.

Через некоторое время, когда было обнаружено, что теплоемкость газов различна, было принято соглашение, относить постоянную R не к одному молу газа, а относить на одну молекулу — это соглашение превратило «газовую постоянную» в «константу Больцмана». Эта последняя выражается отношением газовой постоянной к числу молекул в грамм-молекуле.

$$k = R : N = 1,38054 \times 10^{-16} \text{ эрг/град} \quad (2)$$

Некоторое время спустя эту константу начали умножать на множитель, зависящий от сложности молекул, вводя представление о

степенях свободы. Формула (1) приобретает вид:

$$E = pV = n \cdot kN \cdot T \quad (3)$$

где E — энергия газа; p — давление газа; V — объем газа; $kN = R$ — газовая постоянная, отнесенная к одной молекуле; n — множитель, учитывающий число степеней свободы и принимающий значения: $3/2$; $5/2$; $7/2$...

Через некоторое время спустя снова пришлось корректировать формулу теплоемкости газа, которая оказалась сама зависящей от температуры. Традиционный математический прием аппроксимации изменяющейся величины — это разложение в ряд по степеням независимой переменной. Возвращаясь снова к газовой постоянной (разложение в степенной ряд лишает эту величину статуса постоянной — теперь она переменная, представляемая суммой ряда), запишем разложение в ряд по степеням температуры:

$$E = pV = (R_0 + R_1T + R_2T^2 + R_3T^3 + \dots)T \quad (4)$$

Мы получили новый вид функции, выражающий ИЗМЕНЕНИЕ теплоемкости газа в зависимости от температуры, то есть мы установили, что газовая постоянная НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПОСТОЯННОЙ, а что эта величина изменяется с изменением температуры. Формула (4) имеет очень громоздкий вид. Для уменьшения числа членов в степенном ряду можно заменить этот ряд некоторой новой буквой, заменяющей этот ряд. Выбираем для этого обозначения букву S .

Имеем:

$$S = R_0 + R_1T + R_2T^2 + R_3T^3 + \dots \quad (5)$$

Подставляем это значение в формулу (4), но не будем забывать, что скрывается за символом S :

$$E = pV = ST \quad (6)$$

Сравним формулу (6) с формулой (1) и зададимся вопросом: «На какой же формуле базируется статистическая физика?». Ведь нельзя ПОСТУЛИРОВАТЬ в рамках одной и той же теории в качестве ИСТИННЫХ — ДВЕ различные формулы для одной и той же энергии газа. Образованный физик сразу же поймет, что буква S выбрана не случайно — да, это и есть ЭНТРОПИЯ. Нетрудно убедиться в этом, записывая выражение для «свободной энергии»:

$$F = pV - ST \quad (7)$$

Дифференцируя это выражение, мы получим хорошо известную

формулу изменения свободной энергии:

$$dF = pdV + Vdp - SdT - TdS \quad (8)$$

Интеграл от этого полного дифференциала возвращает нас к формулам (7) и (6). Для начала заметим, что для равновесных систем свободная энергия равна нулю. С другой стороны, обращаясь к формуле (1) и к формуле (6), зададимся не традиционным вопросом: «Что такое ЭНТРОПИЯ?», а вопросом: «Что мы измеряли, когда измеряли температуру?». Ведь измерение температуры задавалось правилом, что при постоянном давлении между температурой и объемом термометрического тела существует **ЛИНЕЙНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ**, которая и выражается **ГАЗОВОЙ ПОСТОЯННОЙ**. Это означает, что приращение энергии газа выражается через приращение температуры. В настоящее время мы знаем целое **МНОЖЕСТВО ТЕМПЕРАТУР**: цветовая, вращательная, колебательная и другие и плюс к этому «абсолютная отрицательная температура».

Небольшое размышление показывает, что исторически термин «температура» связан с изменением объема термометрического тела и **ПРЕДПОЛОЖЕНИЕМ О ЛИНЕЙНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГИИ ТЕЛА ОТ ЕГО ОБЪЕМА**.

В этом случае в формуле (1) приращение энергии можно выразить через приращение объема, то есть:

$$dE = RdV \quad (1^*)$$

Здесь мы показываем, что измеряемой физической величиной, которую измеряла классическая физика и называла **ТЕМПЕРАТУРОЙ**, была величина изменения **ОБЪЕМА** термометрического тела, что мы делаем и в наши дни при использовании термометров расширения. Обратимся к формуле (6) — здесь та же ситуация, только вместо буквы R стоит буква S . Но физический смысл остается без изменения — эта теперь переменная величина связывает между собою энергию и объем термометрического тела. Имеем:

$$dE = SdV \quad (6^*)$$

При обсуждении парадоксального положения, связанного с использованием в основаниях статистической физики **ДВУХ ВЗАИМОИСКЛЮЧАЮЩИХ ФОРМУЛ**, мне приходилось слышать, что величина S существенно **ПОЛОЖИТЕЛЬНА**. И это положение не выдерживает критики: достаточно заполнить термометр расширения водой и нагревать от 0° до 4° по Цельсию; чтобы получить положительную величину прироста энергии (при уменьшающемся

объеме), необходимо считать значение S — ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ. Поскольку мы теперь знакомы и с отрицательными абсолютными температурами, то автор еще в 1961 г. рассматривал в одной из своих публикаций абсолютные отрицательные температуры при фазовых переходах, в окислительно-восстановительном потенциале и при фотохимических реакциях.

Поскольку при публикации необходимо было отказаться от формул, то мы их воспроизведем здесь.

Рассматривая убывающую часть функции распределения скоростей (соответственно ЭНЕРГИЙ) молекул при заданной температуре имеем общее выражение для числа молекул в зависимости от их энергии:

$$dN = N_0 \cdot e^{-\frac{E}{kT}} = N_0 \cdot \exp\left(\frac{-E}{kT}\right) \quad (9)$$

Это соотношение и задает зависимость между числом молекул, находящихся на нижнем и верхнем энергетическом уровне при заданной температуре. Используем это выражение для вычисления числа молекул на нижнем и верхнем энергетическом уровнях. Полагая, что E_1 меньше, чем энергия E_2 , будем иметь:

$$dN_1 = N_0 \cdot \exp\left(\frac{-E_1}{kT}\right) \quad (10)$$

Мы записали выражение для доли молекул, находящихся на нижнем энергетическом уровне. Сделаем то же самое для доли молекул на верхнем энергетическом уровне:

$$dN_2 = N_0 \cdot \exp\left(\frac{-E_2}{kT}\right) \quad (11)$$

Возьмем отношение числа молекул на нижнем уровне к числу молекул на верхнем энергетическом уровне. Учитывая, что физический смысл левых частей выражений (10) и (11) — есть просто ЧИСЛА молекул на соответствующих уровнях, можно отказаться от символа d , который заменял отсутствующую у меня букву греческого алфавита дельта. Поскольку общее число молекул N_0 сократится, мы будем иметь:

$$\frac{N_1}{N_2} = \exp\left(\frac{-E_1}{kT}\right) - \exp\left(\frac{-E_2}{kT}\right) = \exp\left(\frac{E_2 - E_1}{kT}\right) \quad (12)$$

Полученное выражение показывает, что в числителе стоит разность энергий верхнего и нижнего энергетических уровней, то есть величина существенно ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ. Для того чтобы освободиться от

вхождения exp , прологарифмируем обе части соотношения (12).

Получим:

$$\ln\left(\frac{N_1}{N_2}\right) = \frac{E_2 - E_1}{kT} \quad (13)$$

Левую часть выражения (13) можно представить как разность логарифмов:

$$\ln N_1 - \ln N_2 = \frac{E_2 - E_1}{kT} \quad (14)$$

Наш следующий шаг состоит в получении зависимости температуры от населенности верхнего и нижнего энергетических уровней (такой способ измерения температуры применяется в спектроскопии, где рассматривается отношение интенсивностей двух спектральных линий — соответствующих различным значениям энергии). Окончательно имеем:

$$T = \frac{E_2 - E_1}{k \cdot (\ln N_1 - \ln N_2)} \quad (15)$$

Не сразу бросается в глаза, что выражение в скобках, характеризующее разницу логарифмов частиц на нижнем и верхнем уровнях, — наша старая знакомая энтропия, точнее, ее дифференциал, умноженный на константу Больцмана. Если разницу энергий обозначить как dQ , не использовать постоянной Больцмана, то выражение (15) преобразуется в:

$$dS = \frac{dQ}{T} \quad (16)$$

Этого следовало ожидать, так как в статистической термодинамике в полученное выражение от логарифма функции распределения множитель k принято добавлять «руками», поскольку эта размерная физическая величина не присутствует в стандартной теории вероятностей.

Вернемся к выражению (15), где фазовые переходы, редокс-потенциал и фотохимические процессы (типа фотосинтеза), связаны с абсолютными отрицательными температурами, что и было отмечено некоторыми учеными через два года после публикации автора.

Рассмотрим превращение льда в воду. Обычный термометр расширения на протяжении всего фазового перехода показывает нуль градусов по Цельсию. Совсем иначе ведет себя «статистический

термометр». Естественно, что молекула воды в состоянии льда находится на более низком энергетическом уровне, чем тогда, когда она находится в жидкой фазе.

Разница энергий есть то, что принято называть скрытой теплотой плавления. Пока в смеси воды со льдом число молекул в виде льда много больше, чем молекул в жидкой фазе, и числитель, и знаменатель выражения (15) оба положительны, и температура тоже положительна. В тот момент, когда число молекул в твердой и жидкой фазе становятся РАВНЫМИ друг другу, знаменатель выражения (15) обращается в нуль и вычисляемое значение температуры становится равным бесконечности. По мере нарастания числа молекул в жидкой фазе, теперь уже численно доминирующих, в твердую фазу мы идем через область абсолютных отрицательных температур. После превращения всего льда в воду функция температуры со стороны отрицательных значений устремляется к нулю и здесь претерпевает разрыв, так как логарифм нуля (для твердой фазы) равен бесконечности.

Аналогичное положение имеет место при рассмотрении окислительно-восстановительных потенциалов. Если мы имеем раствор, в котором находятся ионы двух- и трехвалентного железа, то когда число молекул того и другого рода равны друг другу, то вычисляемая температура равна бесконечности, а обычные химики называют это состояние «нормальным редокс-потенциалом».

Вообще, абсолютные отрицательные температуры появляются там, где возможно устойчивое существование микрочастиц на верхнем и нижнем энергетических уровнях — приведенные выше фазовый переход и окислительно-восстановительный потенциал (железо-3 — более высокий энергетический уровень, чем железо-2). Наконец фотосинтез: продукты фотосинтеза занимают более высокий энергетический уровень, чем исходные вещества.

Известна работа Э. Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения физики?». В ней Шредингер делает заявление, что растение питается «отрицательной энтропией» — и все поверили ему. Автор проверил это утверждение прямым расчетом, и оказалось, что Шредингер прав тогда и только тогда, когда температура листа растения имеет абсолютное отрицательное значение. Таким образом, эффект «отрицательной энтропии» имеет ту же природу, что и абсолютные отрицательные температуры.

БИОЛОГИЯ

Кузнецов П.Г.

*К истории вопроса о применении термодинамики в биологии*⁶⁰

В настоящее время, в связи с развитием теории информации, значительно увеличился интерес к термодинамическим исследованиям живого вещества. Обнаружена тесная связь информации с отрицательной энтропией, а также связь последней с явлениями жизни. В некоторых случаях приведенные выше сведения рассматриваются как научные результаты последних лет.

Необходимо отметить, что в науке редко «неожиданно» рождаются новые идеи — чаще всего эти идеи имеют длительную предысторию, но не были правильно поняты современниками.

Рождение термодинамики как самостоятельной науки, включая понятие энергии, которое появилось и оформилось как самостоятельное понятие лет через 10-20 после появления термодинамики, тесно связано с анализом биологических явлений. Это особенно заметно, если обратиться к анализу состояния науки до 1840 г. Понятие энергии отсутствует. Явления объясняются действием «сил», число которых приближается к числу наблюдаемых явлений. Наряду с «электрической», «магнитной» и другими силами существует и «жизненная сила», объясняющая явления жизни. Если объяснение с помощью «силы» не представляется удобным, то используется некоторый флюид — «теплород». Именно в этой ситуации и появляются работы врача, столь необычные для его современников-физиков. Роберт Юлиус Майер считает, что существует единство всех сил природы и закон сохранения силы. Он утверждает, что единственной силой, обеспечивающей существование всех живых организмов, обеспечивающей все разнообразие движения как животных, так и растений, является сила, получаемая в виде света от Солнца. Более того, эта же сила приводит в движение организм человека, позволяя ему перемещаться и даже думать. Эти соображения Р.Ю. Майера были столь необычны для того времени, сколь тривиальными они кажутся нашим современникам. Последствия этих высказываний рядового врача оказались трагическими. Р.Ю. Майер, автор трех основополагающих работ по термодинамике (Р.Ю. Майер. «Закон сохранения и превращения

⁶⁰ Текст публикуется согласно изданию: Тринчер К.С. Биология и информация. Элементы биологической термодинамики. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1965. — С. 107-118.

энергии». М.–Л., 1933), оказывается в сумасшедшем доме, где почти десять лет его пытаются вылечить от столь необычных взглядов на мир.

К 1850 г. работами Томпсона и Клаузиуса (в кн. «Второе начало термодинамики». М.–Л., 1934; «Механическая теория тепла») устанавливаются основные закономерности термодинамики, получившие известность как первый и второй законы термодинамики.

Первый закон термодинамики — закон сохранения энергии — относится к числу широко известных законов. Второй закон термодинамики — закон возрастания энтропии — относится к числу менее известных. Одной из формулировок второго закона термодинамики была формулировка Томпсона, где этот закон рассматривался, как закон рассеяния лучистой энергии. Согласно этой формулировке, теплота нагретых тел рассеивается в мировом пространстве, и не может существовать процессов, в результате которых она может снова сосредоточиться и начать вновь активно функционировать.

Примерно через 25 лет после формулировки второго закона термодинамики как закона рассеяния энергии, или как закона невозможности вечного двигателя второго рода, появляются работы Л. Больцмана. К 1878 г. второй закон термодинамики получает статистическую интерпретацию и в таком виде существует до настоящего времени.

Уже в 1886 г. Л. Больцман совершает попытку дать термодинамический анализ явлений жизни. В своей блестящей речи, произнесенной на заседании Академии наук в Вене, он говорит:

«Всеобщая борьба за существование, охватывающая весь органический мир, не есть борьба за вещество: химические элементы органического вещества находятся в избытке в воздухе, воде и земле; это также не борьба за энергию, — она, к сожалению, в непревратимой форме, в форме теплоты, щедро рассеяна во всех телах; это борьба за энтропию, становящуюся доступной при переходе энергии от пылающего солнца к холодной земле» (цит. по К.А. Тимирязеву. Сочинения, т. I, 1937 г., стр. 442). Через 60 лет этот же вывод будет сделан Э. Шредингером в его книге «Что такое жизнь с точки зрения физики?» (ИЛ. 1947).

Цитируемая речь Л. Больцмана может быть и осталась бы незамеченной, если бы анализ этой проблемы не привлекал внимания К.А. Тимирязева. К.А. Тимирязев видел специфическую термодинамическую функцию хлорофиллового аппарата растений именно в том, что она играет роль посредника между рассеивающимся в мировом пространстве излучением и скрытой химической энергией продуктов фотосинтеза,

являющихся основой всех проявлений движения, которые мы наблюдаем в растительном и животном мире. Эта точка зрения К.А. Тимирязева нашла отражение в его Крунианской лекции «О космической роли растения», прочитанной им в 1903 г. в Лондоне. Если не забывать о формулировке второго закона термодинамики, которая была распространена к началу XX века (т.е. закон рассеяния энергии), то позиция К.А. Тимирязева очевидна.

«...Вопрос о космической роли растения является какой-то пограничной областью между двумя великими обобщениями прошлого века, связанными с именами Лорда Кельвина и Чарльза Дарвина — между учением о рассеянии энергии и учением о борьбе за существование» (К.А. Тимирязев. Сочинения, т. I, 1937, стр. 442).

В этом же плане К.А. Тимирязев рассматривает термодинамическую особенность хлорофиллового аппарата. Он пишет:

«...Зерно хлорофилла тот фокус, та точка в мировом пространстве, в которой живая сила солнечного луча, превращаясь в химическое напряжение, слагается, накапливается для того, чтобы впоследствии исподволь освобождаться в тех разнообразных проявлениях движения, которые нам представляют организмы как растительные, так и животные. Таким образом, зерно хлорофилла — исходная точка всякого органического движения, всего того, что мы разумеем под словом жизнь».

Обращаясь к работам 1903 г., мы нарушили хронологическую последовательность использования термодинамического анализа явлений жизни. Еще в 1901 г. состоялся XI съезд русских естествоиспытателей и врачей. На этом съезде с докладом на тему «Физико-механическая модель живой материи» выступил Н.А. Умов. Если принять во внимание, что третий закон термодинамики, известный теперь под названием теоремы Нернста, еще не существовал, то речь Н.А. Умова содержит предложение о введении нового закона термодинамики для выражения специфических функций живой материи:

«Все акты материи, способной к стройным движениям и снабженной физико-химическими приспособлениями отбора, представляются стороннему зрителю сознательными актами. Отбор есть орудие борьбы с нестройностью, с ростом энтропии. Это сортирующий демон Максвелла, наблюдавший и отбирающий молекулы по своему усмотрению. Отбор включается в понятие стройности. Мы имеем два закона термодинамики, управляющих процессами природы; мы не имеем закона или понятия, которое бы включило процессы жизни в процессы природы. Существование в природе приспособлений отбора,

восстанавливающих стройность и включающих в себя живое, должно, по-видимому, составить содержание этого третьего закона» (Н.А. Умов. «Физико-механическая модель живой материи». СПб., 1902).

Таким образом, еще в 1901 г. вносилось предложение о расширении термодинамики, которое включает наличие процессов, прямо противоположных второму закону термодинамики, преследующее цель указать специфическую термодинамическую закономерность явлений жизни. В настоящее время довольно трудно установить связь идей Н.А. Умова и К.А. Тимирязева. Можно полагать, что два русских ученых были согласны в своих позициях по термодинамическим особенностям живого вещества. В своих последующих работах Н.А. Умов, так же как и К.А. Тимирязев, неоднократно возвращается к этому вопросу.

С 1905 г. названная тема появляется в ряде работ Ф. Ауэрбаха. Однако, как бы развивая мысль Н.А. Умова, Ф. Ауэрбах вводит в термодинамику новое понятие «эктропия», т.е. понятие, прямо противоположное понятию «энтропия». Не менее характерна работа 1911 г. «Эктропизм или физическая теория жизни» (СПб.), написанная Ф. Ауэрбахом. В настоящее время, когда термин «отрицательная» энтропия стал встречаться в многочисленных статьях, полезно вспомнить условия возникновения этого понятия. Это понятие всегда связывалось с явлениями жизни и соответствовало, как точно отмечал Н.А. Умов, понятию отбора или, в современной формулировке, выбора.

Хотя все изложенное выше показывает, что большое число ученых пыталось найти в термодинамическом анализе некоторые существенные признаки живого вещества, эти работы значительно опередили свое время и практически остались непонятыми современникам авторов. Можно заметить, что каждый вывод приобретает значение лишь в определенное время, когда само естествознание ходом исторического развития науки оказывается подготовленным к этому выводу. Типичным примером такой «преждевременности» явились работы К.Э. Циолковского, посвященные этой же проблеме. Подробный анализ этих работ был выполнен И.И. Гваем в самое последнее время (И.И. Гвай. «К.Э. Циолковский о круговороте энергии», АН СССР, 1957; «О малоизвестной гипотезе Циолковского», Калуга, 1959).

Возникновение геохимии, а затем и биогеохимии, оказало существенное воздействие на дальнейшее развитие всей науки о жизни. Весьма велик вклад в основы термодинамического анализа явления жизни, сделанный В.И. Вернадским. Мы полагаем, что работы по биогеохимии обеспечили существенное изменение точки зрения на

биологические явления. В первую очередь это относится к пониманию самого явления жизни.

Физиологи, исследуя отдельный, изолированный от окружающей среды организм, не всегда замечали различие изучаемого индивидуума от самого процесса жизни. Существует ряд свойств, присущих процессу жизни и не присущих отдельному индивидууму. К числу таких свойств относится смертность индивидуума и бесконечность явлений жизни в процессе эволюции.

Существует различие между совокупностью всего живого, населяющего поверхность нашей планеты, и совокупностью процессов обмена веществ внутри отдельного организма. Изучая отдельный организм, лишь в самое последнее время стали обращать внимание на существование тесной связи организма и среды, их взаимного воздействия друг на друга. Это положение является исходным в понимании явлений жизни с точки зрения биогеохимии.

В.И. Вернадский называет совокупность наружных оболочек Земли (до глубины порядка 20 км и вверх до ионосферы) биосферой. Таким образом, масса нашей планеты, заполняющая атмосферу, гидросферу и литосферу до глубины, указанной выше, включающая всю совокупность живых организмов, как растительных, так и животных, включается в понятие биосферы. Прежде чем говорить о термодинамическом анализе биосферы, следует установить: является ли биосфера замкнутой или термодинамически незамкнутой системой?

Если пренебречь обменом вещества с космическим пространством, т.е. пренебречь утечкой газов из верхних слоев ионосферы, и пренебречь приростом массы за счет падения метеоритов, то масса биосферы остается неизменной на протяжении значительных промежутков времени. Биосфера обменивается энергией с окружающей средой — к поверхности нашей планеты приходит лучистая энергия Солнца — и, наоборот, поверхность Земли излучает лучистую энергию в мировое пространство. Если допустить, что количество лучистой энергии, приходящей к Земле, равно количеству лучистой энергии, излучаемой нашей планетой в мировое пространство, то можно принять, что биосфера является замкнутой системой, находящейся в равновесии с окружающей средой.

Если бы на нашей планете отсутствовали явления жизни, то существовало бы равенство между количеством приходящей лучистой энергии Солнца и количеством лучистой энергии, излучаемой нашей планетой в мировое пространство. При отсутствии такого равенства, например, если приход солнечной энергии оказался больше, чем расход

(при отсутствии жизни в биосфере), поднялась бы температура поверхности Земли. Это повышение температуры привело бы к увеличению потерь на излучение (в силу закона Стефана — Больцмана), и Земля пришла бы снова в состояние равновесия с окружающей средой, отдавая ровно столько энергии, сколько к ней приходит от Солнца.

Рассмотренный пример ничем не отличается от обыденного использования термометра. Когда мы помещаем термометр в термостат, то термостат облучает термометр большим потоком энергии, чем излучает термометр в сторону термостата. В результате неравенства входящего и уходящего потоков растет внутренняя энергия термометра, столбик ртути поднимается. С ростом энергии термометра растет и количество излучаемой им энергии. В конце концов устанавливается равновесие между притоком и оттоком энергии от термометра. В приведенном выше примере роль такого термометра играла вся поверхность биосферы.

Тем не менее существует и некоторое различие между термометром и биосферой. Если в явлениях обмена энергией с окружающей средой они тождественны друг другу, то их поведение существенно различно относительно судьбы поглощаемой энергии. Вся поглощаемая термометром энергия (с учетом его теплоемкости) превращается в кинетическую энергию, т.е. в теплоту, а поглощаемая биосферой энергия за счет процессов фотосинтеза превращается в потенциальную энергию продуктов фотосинтеза, что исключается в термометрическом теле в условиях измерения.

Можно было бы допустить, что после того, как некоторая часть лучистой энергии перешла в потенциальную форму энергии живого вещества на поверхности нашей планеты, то процесс дальнейшего накопления этой энергии будет остановлен. Однако исторический анализ эволюции живого вещества (т.е. совокупности всех живых организмов, включая людей) показывает, что такой тенденции по ходу эволюции не обнаруживается. За несколько миллиардов лет эволюции живого вещества на поверхности нашей планеты процесс жизни не только не обнаруживает тенденции затухания, а, наоборот, охватывает все большую и большую часть вещества биосферы. Было время, когда количество живого вещества на поверхности нашей планеты в биосфере исчислялось граммами, а теперь мы имеем 10^{14} т. При среднем содержании химической энергии порядка 4 ккал на грамм живого вещества мы обнаруживаем все прогрессирующее увеличение химической энергии живого вещества.

Эта особенность эволюции живого вещества позволила В. Анри отметить характерную особенность явлений жизни, совпадающую с точкой зрения ранее приведенных авторов. А.Е. Ферсман следующим образом приводит эти данные:

«1. В основе процессов жизни лежит интересное положение В. Анри, который отмечает, что «жизнь есть не что иное, как постоянное задержание и накопление химической и лучистой энергии, замедляющее превращение полезной энергии в теплоту, препятствующее рассеянию последней в мировом пространстве» (А.Е. Ферсман. «Геохимия», т. III, 1937, стр. 429).

Эта же особенность явлений жизни в наиболее яркой форме проявляется в процессе техногенеза, т.е. в геохимических измерениях на поверхности нашей планеты, вызванных промышленной деятельностью человечества. А.Е. Ферсман пишет:

«В процессах биогенеза и особенно техногенеза мы подошли к еще более крайним членам ряда, — сложные органические соединения живого вещества оказались с еще большими запасами энергии, и законы энтропии, если не нарушаются, то во всяком случае замедляются процессами жизни.

Продолжая, углубляя и усиливая их, промышленная деятельность человека — металлургия железа, меди, свинца, многочисленные синтезы карбида кальция, карборунда, алунда, азотных соединений, получение эндотермических комплексов в сложных производствах — ведет к такому же накоплению энергии, такой же борьбе с законом энтропии, как и в случае биогенеза...

Энергетически в области техногенеза мы имеем, таким образом, огромные амплитуды в ходе процессов, но несомненно, что ни в одной системе космоса мы не встречаемся с такими реакциями, которые шли бы столь очевидно вразрез с законом энтропии. Это явление нашло себе очень интересное освещение в книге Джинса «The New Background of Science» (1933), который указал, что деятельность человеческой мысли идет вразрез со вторым законом термодинамики, и что техника и организация ведут в сторону уменьшения энтропии вселенной» (А.Е. Ферсман. «Геохимия», т. III, 1937, стр. 422-433).

Приведенная выше геохимическая точка зрения на явления жизни, как на процесс эволюционного развития живого вещества, с одной стороны, существенно меняет наш подход к проблеме жизни, а с другой, намечает пути решения этой проблемы в целом. О явлениях жизни мы можем говорить как о процессе, а каждый процесс характеризуется

тенденцией развития. Когда мы говорим о развитии явлений жизни, мы не можем высказать утверждение, которое позволяем себе высказать о совокупности физико-химических изменений в неживой природе — мы не можем утверждать, что эволюция этой системы (т.е. системы живого вещества) имеет тенденцию к уменьшению свободной энергии.

С другой стороны, естественно утверждение о росте свободной энергии живого вещества с течением времени. Это утверждение совершенно неприменимо к отдельному живому организму, так как он смертен и не может после смерти эволюционировать в названном направлении. Однако это утверждение вполне справедливо в отношении вида, в отношении всего живого вещества по ходу времени.

Теперь мы можем обратиться к замечательной работе В.И. Вернадского, в которой названная проблема приобрела необходимую ясность. Для людей, не часто имеющих дело с термодинамическими закономерностями, не всегда существенно указание на термодинамическое различие живого вещества от неживой природы, оцениваемое по отношению ко второму закону термодинамики. Этого нельзя сказать о работах В.И. Вернадского. Основатель геохимии использовал второй закон термодинамики для объяснения всей космической эволюции. Второй закон термодинамики служил буквально путеводной звездой, когда речь шла об образовании практически любой геохимической формации, не затронутой явлениями жизни. Разрозненные сведения минералогии и петрографии объединялись в величественную картину развития неживой природы именно благодаря использованию общего правила: эволюция физико-химических систем во времени направлена в сторону уменьшения свободной энергии системы, т.е. в сторону возрастания энтропии. Была внесена ясность в очень большое число самых разнообразных геохимических процессов, в то время как в анализе явлений биосферы начали появляться отдельные неувязки.

В.И. Вернадский в «Очерках геохимии» выполнил детальный анализ геохимической истории нашей планеты. Этот анализ, говорит ученый,

«...приводит нас в научную область, находящуюся в процессе образования и касающуюся великих задач жизни и энергетики. Эта наука есть область будущего — будущая энергетика нашей планеты. Приблизительно девяносто лет назад немецкий врач Р. Майер первый понял, что зеленые растения в силу факта своего существования изменяют энергетику земной коры. Они превращают лучистую энергию солнца в новую форму и захватывают ее в благоприятной для химических

процессов, развивающихся на нашей планете, форме. Эти идеи Р. Майера остались непонятыми даже долго спустя после проникновения в научную мысль его же идей об единстве и сохранении энергии. Р. Майер несколько раз возвращался к этим представлениям после первого их опубликования; он из них вывел заключение (с тех пор само собою разумеющееся), что каменные угли содержат энергию потенциальную, энергию солнечных лучей, принадлежавшую прошлым геологическим эпохам, и что человек, употребляя эти горючие ископаемые, вновь пускает эту ископаемую энергию в ход.

Живое вещество в форме зеленого растительного мира накапливает солнечную энергию; собранная этим путем сила может быть сохранена миллионы лет в виде каменного угля, вадозного по началу генезиса минерала углерода.

Мы теперь должны обобщить идею Р. Майера. Солнечная энергия, через посредство живого вещества, пребывает в потенциальном состоянии не только в каменном угле, происходящем прямо из зеленых растений, но во всех вадозных минералах углерода, в углекислом кальции и в других биогенных минералах, в большинстве вадозных минералов и, думаю, в существенной мере во всех.

Несомненно, что все химические состояния, связанные с жизнью, являются собирателями солнечной энергии. Если даже энергия проявляется в них в виде молекулярной или химической энергии, ее существование стало возможным только благодаря лучистой энергии солнца, захваченной живым организмом, превратившем ее в химическую энергию.

Мы здесь касаемся явлений жизни самых глубоких из всех, какие были до сих пор изучаемы наукой» (В.И. Вернадский. «Очерки геохимии», 1934, стр. 208).

В.И. Вернадский весьма детально рассмотрел термодинамический аспект явлений жизни не только в рамках первого, но и в рамках второго закона термодинамики. Соответствующий раздел его работы прямо связан со вторым законом, иногда называемым и принципом Карно. В.И. Вернадский назвал этот раздел так:

«Энергия живого вещества и принцип Карно».

«...История идей, относящихся к энергетике жизни, взятой в рамках космоса, указывает на почти непрерывный ряд мыслителей, ученых и философов, приходивших более или менее независимо к одним к тем же идеям, но не углублявших поставленных ими проблем. Кажется, будто давно уже царил благоприятная современным идеям атмосфера. Мы

находим краткие, но совершенно ясные указания, мысли и факты на энергетическое отличие живого и мертвого в трудах основателей термодинамики Р. Майера, В. Томсона (лорда Кельвина), Г. Гельмгольца. Эти указания не были поняты и оценены. Уже позже и самостоятельно С.А. Подолинский понял все значение этих идей и старался их приложить к изучению экономических явлений.

...Но мне кажется, что дублинский профессор Д. Джоли наиболее полно первый установил особый энергетический характер живого вещества — совокупности живых организмов, — как противоположного косной материи, и несколько раз выводил из этого положения важные следствия. С той поры к этому не раз возвращались независимо от него и в XX веке.

Эти идеи все больше проникают в нашу науку, хотя они еще и не приобрели необходимой устойчивости и не внедрились в наши представления о мире.

Геохимическая история углерода, неизбежно теснейшим образом связанная с живым веществом, приводит к различному энергетическому аспекту биогеохимических явлений по сравнению с геохимическими явлениями, вне влияния жизни происходящими.

Природные явления, выраженные энергетически, обыкновенно сводятся к принципу Карно. Мы знаем, что они всегда связаны с деградацией энергии; количество свободной энергии, способной производить работу, падает с каждым природным явлением. Энергия рассеивается в виде тепла, — энтропия мира, как говорил Клаузиус, увеличивается, и уровень тепла выравнивается. Если мир имеет границу, если совокупность природных явлений конечна — из этого должен воспоследовать конец мира — уравнивание энергии, которое не позволит проявиться никакому природному явлению, связанному с энергией. Долгое время эти выводы считались достоверными следствиями, законом природы: не находили исключений из этого правила, приведшего к важным научным открытиям. Философская идея о конце мира вместе с тем соответствовала глубоким человеческим настроениям, идеальным антропоморфическим представлениям о природе. И до сих пор ценность и общность принципа Карно очень разно оценивается учеными и философами. К уточнению этой оценки все больше приводит нас эволюция современной научной мысли. Перед ней вскрывается здесь кажущееся свободным новое поле математических и философских построений, ибо глубоко меняется наше представление о соотношении между материей и энергией. Не только резко, коренным образом

изменилось наше понимание материи. Давно отошла в прошлое материя не только С. Карно (1824), но и материя Р. Клаузиуса (1854). Само представление об энергии под влиянием эмпирических обобщений начинает меняться; ход и последствия этого изменения нами в нужной мере еще не могут быть даже представлены. Принцип Карно неизбежно получит новое понимание. Проявления жизни являются эмпирическим фактом, с трудом входящим в рамки других природных явлений в аспекте принципа Карно. Уменьшение энергии, ее рассеяние в виде тепла, не имеет места в жизни (такой, как мы ее понимаем) зеленых хлорофильных растений или автотрофных микробов, взятых в природном аспекте, т.е. неразрывно от биосферы.

Наоборот, в силу факта существования этих организмов количество свободной энергии, способной производить работу, очевидным образом увеличивается к концу их жизни в окружающей природе в конце концов с ходом геологического времени. Свободный кислород, изготавливаемый зелеными растениями, каменный уголь, образующийся из их остатков, органические соединения их тел, питающие животных, движения и другие физические и химические проявления, очень различные и многочисленные, представляют выявления новой деятельной энергии, не сопровождаемой никоим образом деградацией исходной лучистой энергии солнца, послужившей для нее исходной. Эта энергия перешла в такую форму, которая создает организм, обладающий потенциальным бессмертием, не уменьшающим, а увеличивающим действенную энергию исходного солнечного луча. Физиологи, изучающие отдельно взятый — вне среды — организм животных, особенно высших, не считали себя обязанными делать эти выводы. Однако мир животных существует лишь за счет зеленого растительного живого вещества и отдельно существовать не может. И если бы зеленые растения погибли, он неминуемо должен был бы разделить их судьбу. Это одно нераздельное явление природы.

Мир животных сам по себе не представляет жизни. Животный организм рассеивает внутри своей физиологической машины энергию, накопленную зелеными хлорофилсодержащими организмами. Но вся совокупность животных, особенно цивилизованное человечество, по-видимому, соответствует тем же энергетическим проявлениям, которые столь характерны для зеленых растений. В своей совокупности животные и растения, вся живая природа, представляют природное явление, противоречащее в своем эффекте в биосфере принципу Карно в его обычной формулировке. Обыкновенно в земной коре в результате жизни и всех ее проявлений происходит увеличение действенной энергии.

Если обратить внимание на всю биогеохимическую работу, производимую живыми организмами, от них неотделимую и ими создаваемую за счет захватываемой, мы видим, что создается этим путем сложный, единый комплекс самодовлеющих организмов, активная энергия которых при одной и той же исходной, непрерывной, но не увеличивающейся энергии солнца увеличивается. Она увеличивается в ходе геологического времени. Это увеличение активной энергии сказывается хотя бы в увеличении сознательности и в росте влияния в биосфере в геохимических процессах единого комплекса жизни. Одно создание, медленно шедшее в геологическом времени, такой геологической силы, какой является для нашей психозойской эры цивилизованное человечество, ясно это показывает.

...В явлениях биосферы, в силу существования жизни, энтропия вселенной должна была бы уменьшаться, а не увеличиваться. Это эмпирическое обобщение вызвало новые спекуляции. Немецкий физик Ф. Ауэрбах увидел в нем выражение нового принципа, противоречащего энтропии. Он назвал его эктропией. Он и другие исследователи старались вывести из него космогонические следствия.

Ничто, однако, не заставляет нас делать новые гипотезы. Энтропия Клаузиуса не имеет реального существования; это не факт бытия, это математическое выражение, полезное и нужное, когда оно дает возможность выражать природные явления на математическом языке. Оно верно только в пределах посылок. Отклонение такого основного явления, каким является живое вещество в его воздействии на биосферу, в биосфере от принципа Карно указывает, что жизнь не укладывается в посылки, в которых энтропия установлена... Сейчас происходит как раз в этом направлении работа мысли физиков, которая указывает на возможность именно такого объяснения энергетической особенности явлений жизни в биосфере — неподчинения ее здесь принципу Карно.

Может ставиться и более глубокий вопрос о самой возможности в этом разрезе ее изучения — изучение живого, а не умершего — нашими методами работы» (В.И. Вернадский. «Очерки геохимии», 1934, стр. 210–213).

Можно отметить, что исчерпывающая сводка термодинамического анализа явлений жизни, сделанная В.И. Вернадским, достаточно точно характеризует состояние рассматриваемого здесь вопроса до 1934 г. За последние тридцать лет интерес к термодинамическому анализу биологических явлений не только не угасал, но проявлялся в многочисленных дискуссиях, продолжающихся до настоящего времени.

В 1935 г. появляется работа советского биолога Э. Бауэра «Теоретическая биология». В основу этой работы Э. Бауэр положил принцип, характеризующий эволюцию живого вещества в том смысле, как понимал этот процесс В.И. Вернадский. Бауэр выдвинул гипотезу о существовании основного закона биологии, который он формулирует как «принцип устойчивой неравновесности», т.е. как принцип устойчивого поддержания биологической системы в условиях, удаленных от термодинамического равновесия. Широко известно, что любая физико-химическая система при изменении условий в окружающей среде начинает изменять свое состояние так, чтобы был совершен переход в новое состояние равновесия. Этот переход из начального в конечное состояние при изменении условий бросается в глаза как в живой, так и в неживой природе. Рефлекторное поведение живых организмов пытались толковать как действие правила Лешателье. Э. Бауэр заметил, что физико-химическая система при изменении внешних условий реагирует так, что стремится к новому состоянию с уменьшенным значением свободной энергии. Это означает, что после перехода в состояние равновесия система обладает минимумом свободной энергии и не может производить работу. Живые организмы при изменении внешних условий также изменяют свое состояние, но это изменение направлено в прямо противоположном направлении — в сторону увеличения свободной энергии системы и обеспечивает возможность совершения работы над внешними условиями. Способность живых организмов в изменившихся условиях внешней среды уходить от состояния термодинамического равновесия и составило содержание принципа устойчивой неравновесности. После того как мы знакомы с историей термодинамического анализа живого вещества, этот вывод полностью соответствует и мыслям Л. Больцмана, и Н.А. Умова, К.А. Тимирязева и др. авторов, приведенных выше. Вот как характеризует это отличие принципа устойчивой неравновесности от принципа Лешателье сам Э. Бауэр:

«Между двумя принципами — принципом Лешателье и установленным нами основным биологическим принципом — имеется, таким образом, внешнее сходство, заключающееся в том, что оба они содержат общее указание, в каком направлении будет происходить реакция, т.е. изменение состояния системы при каком-либо изменении окружающей среды. Кроме того, оба принципа говорят, что изменение состояния системы направлено в некотором смысле против изменения состояния окружающей среды. Физический смысл в обоих случаях,

однако, совершенно различен и не имеет друг к другу никакого отношения. Несмотря на это, иногда считают, что между этими двумя принципами есть что-то общее, и что поведение живых систем при изменении состояния окружающей среды следовало бы выводить непосредственно из принципа Лешателье.

Эта ошибочная аналогия так же, как аналогия динамического равновесия, влечет за собой нежелательные последствия, так как она физически неправильна и приводит к ошибочным, не соответствующим фактам, заключениям. Чтобы это понять, надо иметь в виду следующее. Принцип Лешателье относится к системам, находящимся в равновесии, и изменение состояния, т.е. реакция системы, которую требует принцип при изменении окружающей среды, ведет к ожидаемому при данной окружающей среде равновесию, иначе говоря, принцип указывает, при каком именно направлении реакции при данной новой окружающей среде наступит равновесие.

Наш принцип относится к системам, не находящимся в равновесии, и изменение состояния, иначе — реакция систем, которую наш принцип требует при изменении окружающей среды, состоит в работе против ожидаемого при данной окружающей среде равновесия, следовательно, именно против того изменения, которого следовало бы ожидать по принципу Лешателье, если бы система находилась в равновесии» (Э.С. Бауэр. «Теоретическая биология». 1935, стр. 51–52). Несколько ниже Бауэр опять подчеркивает термодинамическое отличие реакции живой системы:

«Лишь в том случае, если мы будем постоянно помнить об этих особых законах, об особом состоянии и строении систем, мы сможем понять процесс обмена веществ и застрахуем себя от ошибок при применении законов термодинамики» (Э.С. Бауэр. «Теоретическая биология». 1935, стр. 59).

В настоящее время книга Э. Бауэра стала библиографической редкостью, и не очень часто встречаются биологи, достаточно хорошо знакомые с работами этого замечательного ученого.

В качестве следующего этапа термодинамического анализа биологических процессов можно рассматривать появление книги Э. Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения физики?» Как указывалось выше, в этой работе было введено понятие «отрицательной энтропии», которая служит питанием для всех живых организмов. Некоторыми биологами эта мысль рассматривалась даже как новая. Достаточно обратиться к речи Л. Больцмана 1886 г., приведенной выше, или понятию

энтропия Ауэрбаха, как становится очевидным тесная связь всего хода развития науки, неизбежно приводящая различных ученых к одинаковым выводам. В этой работе Э. Шредингер пишет:

«Каждый процесс, явление, событие — назовите это как хотите, — короче говоря, все, что происходит в природе, означает увеличение энтропии в той части мира, где это происходит. Так и живой организм непрерывно увеличивает свою энтропию — или, говоря иначе, производит положительную энтропию и таким образом приближается к опасному состоянию максимальной энтропии, которое представляет собой смерть. Он может избежать этого состояния, т.е. остаться живым только путем постоянного извлечения из окружающей его среды отрицательной энтропии, которая представляет собою нечто весьма положительное, как мы сейчас увидим. Отрицательная энтропия — вот то, чем организм питается. Или, чтобы выразить это менее парадоксально, существенно в метаболизме то, что организму удастся освободить себя от всей той энтропии, которую он вынужден производить, пока он жив.

...Для растений собственным мощным источником «отрицательной энтропии» служит, конечно, солнечный свет» (Э. Шредингер. «Что такое жизнь с точки зрения физики?». ИЛ, 1947, стр. 192–206).

С работами Э. Шредингера мы входим в последний период термодинамического анализа явлений жизни. В этот период благодаря существенным изменениям в состоянии термодинамики исчезает связь между классическим представлением о рассеивающейся в мировом пространстве лучистой энергии и представлением об энтропии. Значительная формализация термодинамики привела к созданию замкнутой и внутренне непротиворечивой системы понятий. Некоторую ясность в структуру этой системы оказалось возможным внести лишь в 1951 г. через введение абсолютных отрицательных температур. Таким образом, попытка термодинамического анализа биологических явлений в настоящее время приводит к значительно большим трудностям, чем в момент становления термодинамики.

Согласно принятым определениям, которые считаются исходными, записывается выражение, определяющее функциональную связь важнейших термодинамических величин. В статистической термодинамике температуру измеряют не в градусах, а в эргах, причем эти величины связаны между собой следующей зависимостью:

$$\theta = kT, \quad (1)$$

где

θ — температура, измеренная в эргах,

T — температура, измеренная в градусах Кельвина;

k — коэффициент пропорциональности, известный под названием постоянной Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-16}$ эрг/град.

При использовании температуры, измеряемой в градусах, приведенный выше коэффициент пропорциональности k вводят в определение энтропии, т.е. связывают безразмерную величину математической статистики σ с термодинамической величиной S :

$$S = k\sigma. \quad (2)$$

Эту величину тоже называют энтропией.

Используя введенные понятия, функциональную связь всех перечисленных величин определяют соотношением

$$\frac{dS}{d\theta} = \frac{1}{T}, \quad (3)$$

где обозначения совпадают с введенными выше понятиями.

Полученное выражение не является связанным со временем, а выводы из второго начала термодинамики, вообще говоря, должны отличать настоящее время от будущего, так как они позволяют предсказывать направление протекания процессов во времени. Анализ размерностей, который часто используется в точных науках, приводит к выводу, что должна существовать еще какая-то связь записанного выражения со временем. Эту неявную связь формулы (3) со временем указывают через значение знаков. Так, в приведенном выражении принято было считать, что температура в градусах Кельвина — величина существенно положительная, что и составляет основное содержание классического выражения второго закона термодинамики.

Действительно, если температура в градусах Кельвина может иметь не только положительное, но и отрицательное значение, то коэффициент полезного действия машины Карно будет принимать значения больше единицы. Так как это невозможно, то столь же невозможно и наличие отрицательного знака у производной от энтропии по энергии в левой части выражения (3). Формула (3) содержит правило знаков — если система получает энергию, то ее энтропия может только увеличиваться, т.е. изменение энтропии при получении энергии положительно.

В рассуждении Шредингера мы обнаруживаем прямо противоположное утверждение — при получении лучистой энергии извне в хлорофилловом аппарате растения происходит уменьшение энтропии, т.е. зеленому листу растения, в соответствии с формулой (3), мы должны

приписать значение абсолютной отрицательной температуры. Названный парадокс статистической термодинамики разрешается при анализе теоремы Нернста. Пользуясь теоремой Нернста, мы позволили себе исключить некоторую постоянную, соответствующую значению энтропии при абсолютном нуле. Так, например, углекислоте и воде в состоянии абсолютного нуля мы будем приписывать ту же энтропию, что и сахару, который получен из углекислоты и воды в процессе фотосинтеза. Действительно, по теореме Нернста энтропия исходных веществ и конечного продукта одинакова, но мы не можем утверждать, что в этом примере энтропия однозначно определяет состояние той и другой системы, хотя обе системы будут находиться в равновесных условиях.

Химическая потенциальная энергия продуктов фотосинтеза, отличающая систему, состоящую из сахара и кислорода, от системы, состоящей из углекислоты и воды, может не иметь существенного значения в некоторых теоретических построениях, однако каждый ученый может обнаружить разницу между тем и другим, если вместо сахара на завтрак он будет получать газированную воду. Приведенная шутка имеет и более глубокий смысл — принцип Нернста, безусловно, полезный для облегчения вычисления энтропии, так как избавляет эту величину от «мешающей постоянной интегрирования», выплескивает с грязной водой и ребенка.

Абсолютные отрицательные температуры, вообще говоря, более распространены, чем это принято думать. Простой двигатель внутреннего сгорания использует вещества, которые имеют температуру, равную температуре окружающей среды. В результате вспышки (химическая реакция — именно эти процессы всегда исключали все основатели термодинамики как неравновесные) не только увеличивается температура смеси, но и совершается работа. Если такой двигатель будет работать при температурах, равных абсолютному нулю, то его кажущийся коэффициент полезного действия будет стремиться к бесконечности. В данном примере нет никакой принципиальной разницы между усилением мощности в квантовом генераторе и усилением мощности, подводимой к системе для инициирования химической реакции. Населенность верхнего энергетического уровня («с накопленной химической энергией») термодинамически невероятна, и система, освобождая энергию, возвращается в свое наиболее вероятное состояние. Остается открытым вопрос: что ответственно за населенность этого маловероятного состояния? Для любого вида двигателя мы пока (исключая ядерные

реакции) можем назвать одну причину — органическая жизнь, существовавшая в одну из прежних эпох.

Введение «химического сродства» в термодинамике необратимых процессов или в химической термодинамике есть вынужденная мера — мы вынуждены были вводить представление о химических потенциалах вместо использования постоянной интегрирования в уравнении Клаузиуса. Менее ясна связь интеграла Клаузиуса со временем. Интеграл отличает начальное состояние системы от конечного, как последовательность состояний системы во времени, через положительный знак изменения энтропии. Если нам удалось бы обнаружить в некотором переходе отрицательное изменение энтропии, то мы должны были бы объяснить это явление «отрицательным» ходом времени, как это пытался делать Г. Рейхенбах («Направление времени». ИЛ, 1962). Значительно проще решать эту проблему в соответствии с предложением Н.А. Умова, т.е. принятием определенного направления изменения энтропии в биологических явлениях.

Есть еще одна особенность этого же понятия — энтропия есть неявная функция времени, т.е. в термодинамике через энтропию мы выражаем не энергию, а мощность. Эта мощность обеспечивает поддержание свободной энергии открытой системы на постоянном уровне. Только система, находящаяся при абсолютном нуле, имеет обменный поток с окружающей средой, равный нулю, что и соответствует значению энтропии, равной нулю при температуре абсолютного нуля. По мере роста температуры открытой системы растет излучение этой системы (т.е. мощность, излучаемая в единицу времени) и, следовательно, сохранение энергии в такой системе может быть обеспечено лишь большей мощностью, поступающей извне. Модуль этого обменного потока может соответствовать физическому смыслу понятия энтропия.

В последнее время, в связи с развитием кибернетики и теории информации, старые идеи о термодинамических особенностях живых организмов получили свое выражение через понятие информации, или негэнтропии, т.е. через понятия, тождественные энтропии Ф. Ауэрбаха и «отрицательной энтропии» Э. Шредингера. Проходит второй цикл бурных дискуссий по старой проблеме, которая по-прежнему еще далека от решения. Лучшим выражением состояния настоящего вопроса является положение, высказанное А.И. Опариным в его книге «Жизнь, ее природа, происхождение и развитие» (М., 1960, стр. 17).

«Сложнее обстоит дело со вторым законом, выражающим статистическую тенденцию природы к беспорядку, тенденцию к

выравниванию и, таким образом, обесценению энергии в изолированных системах, что обычно выражается как возрастание энтропии.

...В противоположность этому в организмах не только не происходит нарастания энтропии, но даже возможно ее уменьшение. Таким образом, как будто бы получается, что основным законом физики является тенденция к беспорядку, увеличение энтропии, а основным законом биологии, напротив, рост организованности — уменьшение энтропии».

Этими словами академика А.И. Опарина и можно закончить исторический обзор нашей проблемы. Как будет развиваться это направление в будущем — еще не определено. Очевидно, наступит и такое время, когда в этом вопросе будет выяснено многое и никогда все. Велико разнообразие окружающего нас мира, и столь же длителен путь его познания. Молодому поколению советских ученых представляется обширное поле научной деятельности.

**Казначеев В.П., Кузнецов П.Г., Набиулин М.С.,
Субботин М.Я.**

***Некоторые проблемы квантовой биологии и вопросы
передачи информации в биологических системах***⁶¹

Приведены теоретические предпосылки возможной передачи информации в биологических системах с помощью квантовых потоков. С помощью счетчика фотонов зарегистрировано сверхслабое свечение крови и нерва. Показано влияние одной тканевой культуры на рост другой через кварцевое стекло. Указаны возможные пути использования механизма квантовой информации в технических устройствах.

Бурное развитие квантовой радиофизики создало предпосылки для углубленного изучения и понимания кинетики химических реакций и значительного прогресса в области теоретической и практической химии. Новейшие высокочувствительные методы изучения природы физических и химических процессов получают все более широкое применение при исследовании процессов, протекающих в биологических системах. Современные методы дают возможность объективного изучения природы биологических процессов на различных уровнях. Применение методов рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии позволило вести исследование клетки на молекулярном уровне и существенно изменило наши представления о морфологии и физиологии клетки, расширило наши знания о строении отдельных элементов клетки вплоть до молекулярных структур [1]. Создание приборов, работающих в режиме счетчика фотонов, открыло новые перспективы в изучении миграции квантов энергии в биологических системах [2], наличие которых до этого в значительной степени лишь теоретически предполагалось биологами первой половины XX века [3, 4].

Факт существования квантовых потоков⁶² в живых системах в настоящее время не вызывает сомнений [5-17]. Начинает выясняться природа некоторых процессов, генерирующих эти потоки [18-22]. Таким образом, мы являемся свидетелями зарождения нового направления в исследовании биологических процессов, которое получило название квантовой биологии.

⁶¹ Текст публикуется согласно изданию: Автометрия: №2. — Новосибирск: СО АН СССР, 1965. — С. 3-10.

⁶² Под квантовым потоком авторы понимают миграцию квантов энергии по молекулярным структурам биологических систем.

Под квантовой биологией следует понимать новое направление, целью которого является изучение биологических процессов на уровне квантов. Границы указанного направления еще не определились достаточно четко, и в русло этого направления входит весьма широкий круг биологических явлений. Некоторые из них имеют довольно богатую историю. К ним следует отнести проблемы фотосинтеза — изучения механизмов миграции квантов энергии и превращения энергии света в химическую энергию. Это направление, в основы которого было заложено, что возникновение органических соединений, их асимметрических особенностей еще в добиологическую эпоху было связано со специфическим действием квантов солнечной радиации и квантов излучения, возникающих вследствие химических реакций. Е.И. Клабуновский [23], обобщивший большой экспериментальный материал, с достаточным основанием связывает возникновение асимметрии органического мира с асимметризирующим излучением.

С развитием органических соединений и появлением биологических структур функциональное значение квантовых потоков усложняется. Можно полагать, что, во-первых, с появлением ферментативных процессов квантовые потоки приобретают весьма специфичную спектральную характеристику и определенную структурой пространственную ориентацию, во-вторых, с усложнением саморегулирующихся биологических систем первостепенное значение приобретают новые химические механизмы передачи и хранения информации. Мы полагаем, что передача информации и ее хранение в биологических системах осуществляются комплексно. Специфический акт передачи информации имеет квантовый характер. Хранение этой информации и передача ее могут осуществляться биохимическими соединениями. Таким образом, в биологической системе получили единство молекулярные и субмолекулярные квантовые явления.

В свете сказанного нуклеиновые соединения (ДНК и РНК) следует рассматривать как своеобразные биохимические агрегаты, в структуре которых записана информация всей специфики и последовательности биологических процессов. В перспективе, вероятно, удастся расшифровать квантовую спектральную характеристику нуклеиновых соединений и использовать этот метод записи и хранения информации в технических устройствах. Важно заметить, что одной из задач квантовой биологии, по-видимому, должно являться изучение механизмов получения информации из внешней среды (физические, химические и

другие факторы) и интимных процессов кодирования различных раздражителей среды очень разнообразной природы на квантовом уровне.

Таким образом, эта проблема включает:

1. Механизмы кодирования различных факторов среды в квантовые потоки и запись этой информации в химических структурах.
2. Механизмы извлечения записанной квантовой информации из химических структур и использования этой информации в ферментативно-синтетических процессах.

Все изложенное позволяет считать, что развитие квантовой биологии должно идти в трех основных направлениях: дальнейшее изучение процессов фотосинтеза, выяснение значимости квантовых механизмов в ферментативных процессах, исследование квантовых потоков как носителей биологической информации и механизмов их кодирования.

Ниже мы остановимся на третьей группе проблем квантовой биологии. Вопрос об информационной значимости квантовых потоков в биологических системах в современной литературе поднят сравнительно недавно. Между тем в биологических исследованиях, которые были далеки от проблем передачи и хранения информации, указания на возможную биологическую роль квантовых потоков появились еще в первой четверти XX века. Первым среди биологов, указавших на такого рода факты, был А.Г. Гурвич, который в 1923 г. описал митогенетический эффект. Все свои исследования Гурвич и его последователи осуществляли методом биологической детекции, так как в то время регистрация сверхслабого свечения биологических объектов с помощью физических методов была недоступна. Работы А.Г. Гурвича и его далеко идущие биологические обобщения из-за отсутствия доказательств, которые можно было бы получить методом физического детектирования, встретили значительный скепсис среди физиков того времени и были почти забыты. Лишь в послевоенный период начинают появляться отдельные исследования, в которых описываются квантовые эффекты в биологических объектах, зарегистрированные с помощью физических приборов. В настоящее время факт существования квантовых потоков в биологических системах следует считать доказанным. Интенсивно изучается природа квантовых излучений в различных областях спектра: (ультрафиолетовые, видимые, инфракрасные лучи).

Большинство авторов считают, что квантовые потоки могут быть использованы как очень удобный индикатор для изучения природы

обменных биологических реакций. Эти потоки расцениваются как побочные явления химических процессов, протекающих в биологических системах. Так, В. Макэлрой и Г. Селиджер [24] полагают, что «биолюминесценция представляет собой рудиментарное явление в процессе эволюции и что в настоящее время оно не дает организму никакого преимущества в процессе отбора, поскольку это касается первичного процесса возбуждения». Роль квантовых потоков в осуществлении химических реакций в живых организмах, по нашему мнению, недооценивается. Об информационном значении квантовых потоков имеются лишь некоторые предположения без каких-либо фактических данных.

По мнению З.Н. Винера [25], «...активный носитель специфики молекулы лежит, возможно, в частотном строении ее молекулярного излучения, значительная часть которого, возможно, располагается в области инфракрасных электромагнитных частот или даже ниже». С.Н. Брайнес [26], исходя из обстоятельных теоретических посылок, считает, что «элементарные акты передачи и обработки информации должны быть основаны на обмене энергией между специфическими молекулярными комплексами. Этот обмен между взаимодействующими молекулами может происходить через посредство электромагнитного поля». Хотя эти соображения и не подкреплены фактическим материалом, можно полагать, что в процессе эволюции биологических систем именно квантовые потоки являются главной формой передачи и хранения информации, без которой возникновение и развитие жизни было бы невозможно.

Становится понятным высказывание З.Н. Винера о необходимости спектрального исследования излучения, сопровождающего синтез ДНК и РНК. Ранее мы указывали на то, что в соответствии с частотами квантов лишь митогенетического излучения 10^{15} Гц имеется возможность приписать каждой химической реакции кодовое обозначение равное номеру частоты хемилюминесценции. Число различных химических реакций окажется равным 10^{15} , т.е. полученный результат на 7 порядков выше числа известных химических реакций. Следовательно, селективное кодирование химических реакций с помощью квантов по частоте допускает необходимое разнообразие химических процессов в явлениях метаболизма. Кванты митогенетического излучения представляют собой весьма эффективную систему биологической связи. В пользу данного предположения говорит также малый уровень помех за счет теплового излучения (вероятность помех около 10^{-60}). Более того, как на это

указывает З.Н. Винер, при передаче информации квантами излучения осуществляется весьма эффективная передача сведений при крайне умеренной затрате энергии.

Сопоставление данных физики, химии и теории информации с экспериментами по митогенетическому излучению показывает:

а) возможность существования весьма эффективной системы передачи информации в биологических системах (как в клетках, так и в тканях) со скоростью передачи информации около 10^{20} бит/сек на ватт расходуемой энергии [27, 28];

б) возможность кодирования этой информации в химических соединениях различной степени сложности (от элементарных реакций до кодирования генетической информации в нуклеотидах);

в) возможность эффективного преобразования этой информации (за счет сдвига фотохимических равновесий) в электрические сигналы [29].

Мы считаем небезынтересным привести здесь результаты некоторых наших исследований по выяснению природы квантовых потоков в биологических системах и их возможного информационного значения.

Была предпринята (В.П. Казначеев, В.В. Артемьев, Л.Н. Гуськов, Л.С. Голдобин, В.В. Каменская, Л.А. Куликова) попытка с помощью счетчика фотонов, улавливающего световое излучение в диапазоне 3000–8000 Å, изучить кровь практически здоровых людей. Во всех исследованных образцах крови было зарегистрировано свечение в указанном выше диапазоне. При этом было установлено, что интенсивность свечения во времени изменялась. Через 12 мин. после взятия крови интенсивность свечения усиливалась, затем ослабевала, и через 33–40 мин. наблюдалась новая вспышка излучения, которая позднее падала ниже порога чувствительности квантометра.

Приведенные данные свидетельствуют о наличии сверхслабого излучения крови и изменении его во времени. Представляло значительный интерес выяснить спектральные особенности этого излучения. Такой анализ был проведен (В.П. Казначеев, Л.А. Куликова, Ю.А. Стариков) на квантометре, снабженном приспособлением, позволяющим помещать между объектом и фотокатодом ФЭУ-13 интерференционные светофильтры с узкими полосами пропускания. Анализ результатов измерений, произведенных для всех образцов в совершенно идентичных условиях со светофильтрами ($\lambda = 383, 460, 512, 537, 587, 628$ и 767 нм), показал, что спектральная характеристика свечения не одинакова для первой и второй вспышки. Первый максимум излучения зарегистрирован

лишь в области 460–512 м μ , в то время как второй пик был получен в гораздо более широком диапазоне при использовании всех упомянутых фильтров, за исключением одного, полоса пропускания которого соответствует 767 м μ .

Подобная кривая с двумя максимумами, вероятно, характерна не только для крови, но и для других тканей организма. Регистрация оптического излучения нерва (В.В. Артемьев, А.С. Голдобин, Л.Н. Гуськов, А.И. Зенин, В.П. Казначеев) подтверждает это предположение. Излучение было записано с помощью квантометра, спектральная чувствительность которого — 2500–7000 Å. В качестве объекта был взят седалищный нерв лягушки (нервно-мышечный препарат), излучение которого стимулировалось электрическими импульсами, подаваемыми на мышцу препарата. В результате была получена двухволновая кривая, в которой первый максимум отмечался на 10-й мин., а второй, более высокий, — на 25-30-й.

Весьма любопытно, что интенсивность сверхслабого свечения крови закономерно меняется в зависимости от физиологических особенностей организма, а также при различных патологических состояниях. В результате работы, выполненной на радиоактивном курорте Белокуриха (В.П. Казначеев, Л.А. Куликова, А.С. Голдобин, Е.Ф. Чернявский), выявлены возрастные и половые особенности свечения крови. Так, у мужчин интенсивность первого максимума выше второго, а у женщин — наоборот. Обнаружено также, что интенсивность светового потока значительно уменьшается при заболеваниях воспалительного характера, в то время как при заболеваниях невоспалительного характера свечение крови почти не меняется.

Таким образом, кровь является постоянным источником светового потока, который удается объективно зарегистрировать лишь при определенных физико-химических состояниях. Первый пик (относительно узкий по спектральной характеристике) возникает, вероятно, в момент развития определенных ферментативных превращений. Второй пик мы рассматриваем как деградационный. Не исключена возможность, что циркулирующая в сосудах кровь при воздействии патологических факторов становится источником квантовых потоков, которые могут восприниматься клеточными структурами как сигналы, соответствующие компенсаторнозащитным изменениям. На это указывают изменения спектральной характеристики крови больных.

Особый интерес имеют данные, касающиеся влияния излучения одних клеточных элементов на другие. Такое влияние (применительно к

растительным клеткам) впервые было показано в классических работах А.Г. Гурвича. Из других работ в этом направлении упомянем исследование А.В. Аникина [30], который показал роль ориентированных лучей, генерируемых глазным бокалом, в образовании хрусталика; автор установил это по интенсивности деления клеток и ориентации их ядер и полагал, что излучение, действующее на эктодерму, не специфично. С этой точки зрения, представлялось заманчивым изучить влияние клеточного излучения с помощью гистохимических методов, улавливающих очень тонкие сдвиги ферментативных процессов в тканях. Такое исследование [27] было проведено в опытах с выращиванием тканевой культуры фибробластов на противоположных поверхностях кварцевого покровного стекла. Эксперимент ставился таким образом, что на одной стороне стекла культура частично росла в условиях возможного влияния фибробластов, растущих на противоположной стороне, частично — вне такого влияния. Предварительные результаты этих опытов показали, что культура фибробластов оказывает на культуру противоположной стороны стекла влияние, выражающееся в изменении мукополисахаридов, т.е. субстанций, очень быстро реагирующих на изменение среды обитания. Поскольку это влияние по условиям опыта было возможно только через кварц, можно думать, что оно связано со световым потоком, излучаемым растущей культурой.

Если результаты первой серии экспериментов указывали на наличие квантовых потоков в биологических системах, то данные опыта на тканевых культурах подводят к предположению об информационной роли этих потоков. Если сложная полиферментативная реакция протекает с участием квантовых механизмов, то живую клетку, в которой одновременно осуществляются сотни тысяч ферментативных реакций, следует рассматривать как постоянный источник электромагнитного поля, очень богатого и специфичного по спектральной характеристике.

Мы полагаем, что в процессе эволюции переход от одноклеточных организмов к многоклеточным в значительной мере зависел от возникновения прочных обратных связей. Если в случайных сочетаниях одноклеточных организмов при их сближении клетки попадали под взаимное влияние своих фотонных полей, то в отдельных случаях определенные квантовые потоки одной клетки становились сигналом, включающим или ускоряющим обменные ферментативные процессы соседней клетки. Последняя, в свою очередь, меняла характеристику своего фотонного поля, которая в порядке обратной связи стимулировала биохимические процессы первого партнера. Фотонная обоюдная связь

делала такую пару более устойчивой и стабильной по отношению к факторам среды, а выживание таких организмов — более вероятным. В последующем подобные связи эволюционно усложнились, создавая предпосылки для совершенствования многоклеточных организмов. Дальнейшее усложнение в организации с появлением гуморальных каналов связи и нервной системы характеризовалось соответствующим усложнением информационно-фотонных механизмов. Квантовые сигналы от клетки к клетке теперь передавались не только непосредственно (две соседние клетки), но и через системы циркулирующих жидкостей (лимфа, кровь) или по-прежнему контактно, но при высокой специализации клетки (нейрон).

Вероятно, что при чрезвычайном увеличении количества нервных клеток возможности квантовых механизмов взаимосвязи оказываются ограниченными и в процессе эволюции возникает дистантная форма передачи информации, не требующая морфологически-структурных каналов, за счет электромагнитных или других полей (так называемая биологическая радиосвязь). Мы склонны присоединиться к высказыванию А.С. Пресмана о том, что «наличие такой «биологической радиосвязи» представляется вероятным на всех уровнях функционирования живого организма — в управлении внутриклеточными процессами во взаимодействии клеток, органов и систем [31]».

Таким образом, в сложных организмах информационные механизмы носят самый разнообразный характер, причем в процессе эволюции шло их закономерное усложнение. В связи с этим нам представляется весьма перспективной оценка эволюции живых систем как совершенствование и усложнение принципов передачи информации. Можно допустить, что развитие и преобладание тех или иных каналов передачи информации шло у различных систематических групп животных в зависимости от экологических, биоценологических и биогеоценологических особенностей. Такой подход, основы которого заложены в трудах В.И. Вернадского [32], с нашей точки зрения, может оказаться весьма плодотворным для изучения информационной роли фотонных потоков и других механизмов передачи информации у различных групп животных.

Накопление фактического материала в указанных направлениях может существенно приблизить нас к возможности использования фотонных информационных механизмов в целях создания технических устройств (оптоэлектроника).

Разработка вопроса об эволюции механизмов передачи информации с учетом экологических и биоценологических моментов

позволит с большей долей вероятности предсказать, какие формы связи внутри живых систем между ними, а также между организмом и средой обитания преобладают в той или иной систематической группе животного мира. Очевидно, что успех в этом направлении может послужить основой для рационального поиска объекта исследования при попытке использовать механизм передачи биологической информации при решении определенных технических задач.

Весьма заманчивой проблемой мы считаем использование нуклеиновых соединений в качестве объекта для записи фотонной информации, развертывание которой в соответствующих устройствах может быть идеальным источником управления химическими и другими процессами. Вероятно, что на первых этапах можно будет воспользоваться нуклеиновыми соединениями определенных организмов, биологические и биохимические свойства которых достаточно хорошо известны и целесообразно могут быть использованы в технических целях.

Не менее перспективно исследование механизма кодирования раздражителей внешней среды в квантовые потоки. Широко распространенное в живой природе свойство тонкого аналитического разложения физико-химических факторов внешней среды уже сейчас поставило перед исследователями задачу создания технических анализирующих устройств» сконструированных по принципу биологической системы. По этому вопросу существует большое количество работ, основывающихся на различных гипотезах и предположениях. Мы полагаем, что, несмотря на внешнее разнообразие анализаторов (восприятие света, запаха, вкуса и т. д.) в основе их тонких механизмов кодирования внешних факторов лежит единый принцип. Сущность этого принципа состоит в том, что биохимические структуры чувствительных клеток селективно улавливают или непосредственно квантовые потоки определенных частот (сетчатка), или в результате химического воздействия (прямого или косвенного) факторов внешней среды, вызывающего возникновение вторичного фотонного излучения, которое и является окончательным сигнализирующим агентом (обонятельный, вкусовой анализатор). Раскрытие указанного интимного механизма кодирования может послужить основой для различных анализирующих устройств.

Рассмотренный механизм передачи и хранения информации, основанный на использовании квантов энергии, приводит к мысли о возможности создания эффективных устройств оптической памяти. Оптическая запись информации на фотографических материалах в какой-

то мере эквивалентна кодированию информации на молекулярных структурах. Записанная таким образом информация, вероятно, может быть найдена (или извлечена из памяти) с помощью фотонного механизма. В последнее время появились работы [33], которые позволяют надеяться, что подобные системы оптического хранения информации могут быть использованы для эффективного поиска информации (без перебора) и опознания образов. Кроме того, этот принцип может быть применен для получения весьма интересной модели механизма памяти в биологических системах.

Литература

1. Г.М. Франк. Саморегуляция клеточных процессов. — В сб. «Биологические аспекты кибернетики». — М.: Изд-во АН СССР, 1962.
2. Н. Риль. Миграция энергии (новый вид передачи энергии в мертвой и живой материи). — М.–Л.: Гостехиздат, 1948.
3. Э.С. Бауэр. Теоретическая биология. — Л.: Изд-во ВИЭМ, 1935.
4. А. Гурвич и Л. Гурвич. Митогенетическое излучение. — М.: Медгиз, 1945.
5. В.А. Веселовский. Сверхслабая биолюминесценция корней проростков злаковых / Тезисы симпозиума «Биолюминесценция». — М., 1963.
6. В.А. Веселовский, Е.Н. Секамова, Б.Н. Тарусов. К вопросу о механизме сверхслабой спонтанной люминесценции организмов. / Биофизика, 1963, т. VIII, вып. 1.
7. Р.А. Гасанов, Т.Г. Мамедов, Б.Н. Тарусов. Спонтанное и индуцированное сверхслабое свечение растительных организмов / Тезисы симпозиума «Биолюминесценция». М., 1963.
8. С.И. Голуб. Люминесценция филлофлоры. / Тезисы симпозиума «Биолюминесценция». М., 1963.
9. С.В. Конев, М.А. Катибников. Биолюминесценция корневой системы ячменя / Тезисы симпозиума «Биолюминесценция». М., 1963.
10. А.А. Красновский. Хемилюминесценция хлорофилла и фотосинтез. / Тезисы симпозиума «Биолюминесценция». М., 1963.
11. Г.А. Попов, Б.Н. Тарусов. О природе спонтанной люминесценции. / Биофизика, 1963, т. VIII, № 3.
12. В.С. Пятенко. Катодное свечение нормальных и раковых клеток / Тезисы симпозиума «Биолюминесценция». М., 1963.

13. В.С. Пятенко, Б.Н. Тарусов. Катодное свечение нормальных и раковых клеток / Биофизика, 1964, т. IX, №1.
14. Н.А. Троицкий, С.В. Конев, М.А. Катибников. Исследование УФ-хемиллюминесценции биологических систем / Биофизика, 1961, т. IV, вып. 2.
15. А.М. Фиш, П.М. Силанский, Р.И. Чумакова. Регистрация сверхслабого свечения биологического происхождения без охлаждения фотоумножителя / Тезисы симпозиума «Биоллюминесценция». М., 1963.
16. Р.И. Чумакова. О связи люминесценции светящихся батарей с метаболической активностью. / Тезисы симпозиума «Биоллюминесценция». М., 1963.
17. А.Н. Теренин. Фотохимия красителей. — М.: Изд-во АН СССР, 1947.
18. Ю.А. Владимиров, Ф.Ф. Литвин. Исследование сверхслабых свечений в биологических системах / Биофизика, 1959, т. IV, вып. 5.
19. Ю.А. Владимиров, Ф.Ф. Литвин. О природе сверхслабых свечений и роли возбужденных состояний молекул в биологических системах / Тезисы симпозиума «Биоллюминесценция». М., 1963.
20. Б.Н. Тарусов. Сверхслабая хемиллюминесценция биологических систем / Тезисы симпозиума «Биоллюминесценция». М., 1963.
21. Б.Н. Тарусов, А.И. Поливода, А.И. Журавлев. Радиобиология, 1961, т. 1.
22. Б.Н. Тарусов, А.И. Поливода, А.И. Журавлев. Изучение сверхслабой спонтанной люминесценции животных клеток / Биофизика, 1961, т. VI, № 4.
23. Е.И. Клабуновский. О путях возникновения оптически активных органических соединений в природе / Успехи современной биологии, 1963, т. 55, №3.
24. В. Макэлрой, Г. Селиджер. Происхождение и эволюция биоллюминесценции / Тр. 5-го Междунар. биохим. конгресса. Симпозиум III. «Эволюционная биохимия». — М.: Изд-во АН СССР, 1962.
25. З.Н. Винер. Новые главы кибернетики. — М.: 1963.
26. С.Н. Брайнес, А.И. Суслов. Информационные процессы в аспекте биокибернетики / Экспериментальная хирургия и анестезиология, 1964, № 2.

27. В.П. Казначеев, П.Г. Кузнецов, М.Я. Субботин. Перспективы изучения биологической информации в системе соединительной ткани и в ее взаимоотношениях с другими тканевыми системами / Труды симпозиума «Механизмы склеротических процессов и рубцевания». — Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1964.
28. Д.С. Лебедев, Л.Б. Левитин. Перенос информации электромагнитным полем / В сб. «Теория передачи информации». — М.: Изд-во АН СССР, 1964.
29. П.Г. Кузнецов. Противоречие между первым и вторым законами термодинамики / Изв. АН Эстонской ССР, серия физ.-мат. и техн. наук, 1959, № 3.
30. А.В. Аникин. Морфологическое обоснование индукции хрусталика глазной чашей. — Труды VI Всесоюзного съезда анатомов, гистологов и эмбриологов (8–14 июля 1958 г.). — Харьков, 1961.
31. А.С. Преeman. Вопросы механизма биологического действия микроволн / Успехи современной биологии, 1963, т. 56, № 2(5).
32. В.И. Вернадский. Очерки геохимии. — М.: Гостехиздат, 1934.
33. Хирден. Новый оптический метод накопления и выборки информации / Зарубежная радиоэлектроника, 1963, № 10.

Казначеев В.П., Иванов Г.К., Казанина С.С., Каменская В.В., Кузнецов П.Г., Михайлова Л.П., Набиулин М.С., Субботин М.Я., Шурин С.П., Якобсон Г.С.
О роли сверхслабых световых потоков в биологических системах⁶³

Введение

Наиболее существенным свойством биологических систем следует считать, по-видимому, способность образования коалиций, т.е. таких организаций элементов, которые при объединении способны совершать то, чего каждый из них в отдельности никогда достичь не смог бы [1]. В свете современных представлений определенный уровень энтропии (устойчивое неравновесие, по Бауэру [21]) в биологических системах обеспечивается постоянным превращением энергии. Механизмы же передачи информации имеют главным образом биохимическую природу.

Предполагается, что в одной клетке в 1 сек. протекает 3×10^8 — 3×10^9 химических реакций [3, 4]. Указанная совокупность химических реакций в клетке является основой всех ее функциональных рабочих процессов. Если учесть, что рабочие процессы в биологической системе представляют собой негэнтропийные процессы структурообразования [2, 5, 6], то становится понятной актуальность вопросов их организации, управления, хранения и механизмов передачи информации [7, 8]. В биологических системах механизмы передачи информации чрезвычайно сложны и разнообразны. В настоящей работе приводятся некоторые экспериментальные данные, указывающие на возможное информационное значение сверхслабых световых потоков в биологических системах.

Световые потоки в биологических системах

Исследование крови

При помощи высокочувствительного счетчика фотонов [9] показано наличие сверхслабых световых потоков крови человека в норме и при различных заболеваниях. Использовали фотоумножитель ФЭУ-13, чувствительный в видимой части спектра. Чувствительность установки в среднем равнялась 20 имп./сек. с 1 см^2 .

Обследовано более 500 образцов крови, в которых

⁶³ Текст публикуется согласно изданию: Биоэнергетика и биологическая спектрофотометрия. — М.: Наука, 1967. — С. 81-85.

зарегистрировано наличие двух световых волн. Первый максимум свечения наблюдался на 6-18-й минуте в диапазоне 460 – 512 мкм, второй максимум — на 27-42-й минуте во всем диапазоне видимой части спектра. Первый максимум изменялся по времени и интенсивности в зависимости от присутствия в среде кислорода. Взятие крови в полной темноте приводило к ускорению появления первого максимума. Интенсивность и продолжительность свечения крови в зависимости от природы заболевания, возраста и пола больных были различными. Возможно, что постоянное сверхслабое свечение крови имеет определенное значение в поддержании тканевого гомеостаза. Особенности свечения крови у онкологических больных представляют большой клинико-диагностический интерес.

Исследование системы клетка — клетка

Тканевые культуры фибробластов выращивали в специальных камерах с дном из кварцевого или простого стекла. После посева камеры складывали дно к дну так, что возможные световые потоки одной тканевой культуры могли воздействовать через слой двух стекол на другую, и наоборот. Одну из культур (донор) подвергали экстремальным воздействиям заражения ее вирусом, вторая культура (реципиент) служила индикатором. Было обследовано 25 пар камер с кварцевыми стеклами. На 2-3-й день раздельного культивирования в камерах фибробластов человека в одну из камер вносили 0,4—0,5 мл вируса Коксаки А-13 в титре 10^4 . После этого камеры монтировали стеклом к стеклу и оставляли во вращающемся барабане на 3-4 суток. По истечении указанного срока камеры демонтировали, культуру клеток на стеклах фиксировали в метиловом спирте и окрашивали по Бреше и по Романовскому.

В итоге проведенных опытов оказалось, что в тех случаях, когда вирус, внесенный в камеры, проявлял свое цитопатическое действие (ЦПД), в парной, незараженной камере также возникали дегенеративные изменения в клетках культуры. Степень выраженности этих «зеркальных» дегенеративных изменений зависела от степени выраженности ЦПД вируса.

Из 25 пар камер в 14 случаях ЦПД вируса на 4 плюса соответствовало «зеркальной» дегенерации на 2 плюса. В восьми случаях ЦПД вируса на 1 плюс соответствовало «зеркальной» дегенерации на 1 плюс. В 3 случаях из 25 ЦПД вируса не отразилось на «зеркальной» культуре.

ЦПД вируса Коксаки А-13 соответствовало литературным

описаниям и заключалось в том, что возникла дисконкомплексация пласта культуры; отдельные фибробласты округлялись, в их цитоплазме накапливалось большое количество РНК, а ядро подвергалось пикнозу. В дальнейшем пикнотические клетки разрушались, распадаясь на мелкие глыбки гиперхромного хроматина.

В «зеркальных» культурах можно было видеть нарушение митотического цикла. Было отмечено также угнетение митозов (в два-три раза по сравнению с контрольными культурами, выращенными на обычных стеклах). Появлялись изменения в хромосомном аппарате: наблюдались гигантские гиперхромные хромосомы, нарушение процесса удвоения хромосом. Митотический цикл часто оказывался незавершенным, что выражалось в появлении симпластических структур, насчитывающих до 18-20 ядер. Наряду с указанными изменениями обнаруживалась также дисконкомплексация клеточного пласта с появлением пикнотически измененных гиперхромных клеток, содержащих большие количества РНК в цитоплазме. Подобные клетки в дальнейшем разрушались с образованием гиперхромных ядерных обломков.

Фактически в «зеркальных» культурах отмечались те же формы дегенерации, что и в культурах, зараженных вирусом. Пассирование материала из зараженных и незараженных «зеркальных» камер показало, что в зараженных камерах присутствует вирус в исходных титрах. В «зеркальных» камерах цитопатически активный агент обнаружен не был.

Из 21 пары камер с простыми, не кварцевыми стеклами ЦПД вируса Коксаки А-13 ни в одном случае не повлияло на фибробласты в парных («зеркальных») незараженных камерах.

Таким образом, специфические изменения в зараженной вирусом тканевой культуре воспроизводились в другой культуре ткани, стерильной от вируса. Этот факт в дальнейшем был многократно подтвержден в шифрованных опытах с одинаковым положительным результатом.

В последнее время подобные опыты были поставлены с миксовирусом FPV на культуре куриных фибробластов. ЦПД этого вируса также индуцировало соответствующие дегенеративные клеточные сдвиги в «зеркальной» культуре ткани. Этот эффект имел место при использовании кварцевых стекол.

Итак, в описанных опытах между двумя культурами ткани существовал только фотонный канал связи, которая, однако, наблюдалась лишь в опытах с кварцевыми стеклами. Это указывает, скорее всего, на информационную роль ультрафиолетовых лучей. Можно думать, что

эффект Гурвича (митогенетическое излучение) является лишь частным случаем более общей закономерности электромагнитной связи в биологических системах.

Исследование системы орган — орган

Два сердца (*A* и *B*) травяных лягушек (весенне-летние животные) укрепляли на штативах на расстоянии 1,5 см одно от другого. Электрокардиограммы (ЭКГ) каждого сердца записывали на отдельных электрокардиографах. Препараты приготавливали следующим образом. Через аорту в полость желудочка сердца вводили канюлю, через которую в последующем производилась перфузия физиологическим раствором для холоднокровных. Раствор в канюлю подавали через полихлорвиниловые трубочки, выведенные за стеклянный колпак с влажной прокладкой, под которым ставили опыт.

Серия 1. Запись ЭКГ сердца лягушки без всяких воздействий в течение 90 мин. для выявления спонтанных изменений — 30 опытов.

Взаимного влияния сердец не зарегистрировано.

Серия 2. Воздействие токсической дозы гиталена на предварительно адреналинизированное сердце.

Два сердца укрепляли в штативе при помощи стеклянной канюли, контакта между ними не было⁶⁴. Записывали исходную ЭКГ, затем в канюлю сердца *A* подавали 0,1 мл 0,1%-ного раствора адреналина и записывали ЭКГ непрерывно в течение 1-1,5 мин. При этом наблюдалось учащение сердцебиений и небольшое изменение формы ЭКГ. Затем в канюлю сердца *A* вводили 0,3-0,5 мл гиталена (токсическая доза), что закономерно приводило в течение первых 3 мин. к урежению ритма, расширению желудочкового комплекса, аритмии, экстрасистолии, асистолии желудочков, остановке сердца *A* (как правило).

В интактном сердце *B* в 30 случаях изменения ЭКГ, развивавшиеся от 1 до 5 мин. от момента воздействия гиталеном на сердце *A*. В ЭКГ сердца *B* были зарегистрированы изменения интервала *ST* (смещение его относительно изолинии), изменение формы и направления зубца *T*, возникала аритмия (экстрасистолы и выпадение отдельных комплексов), ритм учащался, менялась форма желудочкового комплекса.

Всего произведено 68 исследований, из них в 30 отмечен достоверный положительный эффект, в 24 — никаких изменений не было и в 14 — результат оценен как сомнительный.

Серия 3. Следующие 30 исследований проводили при описанных

⁶⁴ Сердце-донор по величине подбиралось более крупное. Опыты проводились весной 1965 г.

выше условиях, но между сердцами был поставлен экран из плотной черной бумаги размером 3×4 см², закрепленный на пробковой подставке. Работающих сердец экран не касался. Из 30 случаев положительный эффект в сердце *Б* ни разу зарегистрирован не был. В сердце *А* происходили те же изменения, что и в опытах без экрана.

В ряде опытов обнаружили следующий факт: при наличии экрана изменений в сердце *Б* нет; после удаления экрана появляется значительное изменение ритма; после установки экрана ритм снова возвращается к исходному.

Серия 4. В данной серии из 29 опытов экраном служило кварцевое стекло. Остальные условия оставались прежними. Реакция в сердце *А* была такой же, как и в сериях 1-3. Отчетливое изменение ЭКГ сердца *Б*, напоминающее изменения в опытах без экрана, отмечено в 15 случаях, в 3 случаях результат признан сомнительным, в 11 — ЭКГ не изменилась. Таким образом, в данных опытах зарегистрировано определенное влияние одного сердца на функциональное состояние другого. Это влияние, по-видимому, передается при помощи света. Квантометром зафиксировано сверхслабое свечение сердца лягушки в видимой и ультрафиолетовой части спектра. Пока неясно, что является источником световых потоков и что — их акцептором. Здесь требуются дальнейшие исследования. Нужно подчеркнуть, что влияние одного сердца на другое имеет принципиальное значение лишь тогда, когда сердце *А* предварительно обработано адреналином. Повторение описанных опытов на сердцах зимних лягушек не увенчалось успехом. Объяснение негативных данных, связанных, по-видимому, с сезонными колебаниями биологической активности животных, является предметом исследования авторов в настоящее время.

* * *

Приведенные результаты исследований следует считать предварительными. Полученные экспериментальные данные нуждаются в дальнейшем подтверждении и объяснении. Опыты в этом направлении могут быть весьма перспективными для поисков новых методов управления биологическими системами, а также могут служить для развития ряда проблем бионики.

Литература

1. Ферстер Г. Проблемы бионики. — М.: Изд-во «Мир»: 1965.
2. Бауэр Э.С. Теоретическая биология. — М. — Л.: ВИЭМ, 1935.
3. Hyden H. The Neuron. In: "The Cell", v. 4. — N.Y., Acad. Press, 1960. — p. 305.
4. Pauling L. Science, 134, 15, 1960.

5. Шрёдингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики. — М.: ИЛ, 1947.
6. Кузнецов П.Г. В кн.: «Философские проблемы современного естествознания». — М.: Изд-во АН СССР, 1959.
7. Франк Г.М. В кн.: «Биологические аспекты в кибернетике». — М.: Изд-во АН СССР, 1962.
8. Ляпунов А.А. В кн.: «О сущности жизни». — М.: Изд-во «Наука».
9. Казначеев В.П., Артемьев В.В., Голдобин А.С., Гуськов А.Н., Каменская В.В., Куликова Л.А. В кн.: «Физико-математические методы исследования в биологии и медицине, Материалы к 1-й Новосибирской конференции». — Новосибирск: Изд-во Научно-техн. об-ва им. А.С. Попова, 1965.

Кузнецов П.Г.

Что такое биофизика?⁶⁵

Считается неприличным для защиты собственной точки зрения делать отсылку на мнение авторитета. Собственную точку зрения учёный должен защищать сам. Тем не менее, чтобы эту собственную точку зрения иметь, нужно указать на существование других точек зрения, а затем выставить аргументы, которые дают Вам право настаивать на ОТЛИЧИИ Вашей точки зрения от других точек зрения.

В научной дискуссии такого рода очень важно отличать действительно РАЗЛИЧНЫЕ научные позиции от дискуссии, в которой просто нет, никакой позиции. Для выделения РАЗЛИЧНЫХ научных позиций можно прислушаться и к мнению авторитетного учёного. Мы имеем в виду Д. Гильберта, который сформулировал ряд проблем, решение которых должно продвинуть науку вперёд. В числе этих проблем была — и шестая проблема Гильберта, которая касалась АКСИОМАТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ФИЗИКИ. Хотя предметом настоящего симпозиума является не ФИЗИКА, а БИОФИЗИКА, мнение Гильберта по поводу наведения порядка в физике может быть полезным и на нашем обсуждении. Гильберт писал:

«Для того, чтобы построение физических аксиом провести по образцу аксиом геометрии, следует попробовать сначала небольшим количеством аксиом охватить возможно более общий класс физических явлений, а затем присоединением каждой следующей аксиомы перейти к более специальной теории, а тогда, возможно, возникнет принцип классификации, который сможет использовать глубокую теорию бесконечных преобразований Ли. Кроме того, математик должен, подобно тому как это сделано в геометрии, принимать во внимание не только факты реальной действительности, но и все логически возможные теории и особенно быть внимательным к тому, чтобы получить наиболее полный обзор совокупности следствий, которые вытекают из принятой системы аксиом» (Проблемы Гильберта. — М.: Наука, 1969).

Мы привели довольно длинное высказывание Д. Гильберта для того, чтобы ввести дискуссию в рамки анализа СИСТЕМЫ АКСИОМ, которые, с одной стороны, являются общими, как для физики, так и для

⁶⁵ Текст публикуется согласно рукописи 1974 г., представляющей собой тезисы доклада. Текст приводится целиком, включая вычеркнутые автором фрагменты (они приводятся зачеркнутыми). В данной редакции публикуется впервые.

биофизики, а с другой стороны, — ОТЛИЧАЮТ БИОФИЗИКУ от собственно физики, которая до сих пор имела дело только с неживой природой.

~~Такая дискуссия должна исключить ненужные эмоции, которые возникают тогда, когда два лица имеют различные научные убеждения не потому, что кто-нибудь из участников спора допускает нарушение правил формальной логики, а только потому, что они оба развивают теории, опирающиеся на РАЗЛИЧНЫЕ СИСТЕМЫ АКСИОМ.~~ Уже сто пятьдесят лет назад, когда Лобачевский изменил аксиоматику Евклида, стало ясным, что внутри различных систем аксиом можно получать РАЗЛИЧНЫЕ СЛЕДСТВИЯ, но различие логических следствий не является пороком логической теории — просто существует МНОГО различных логических теорий.

Теперь мы можем перейти к конструктивной части дискуссии. Аксиоматика всей ФИЗИКИ содержит ДВА типа аксиом или, в содержательной интерпретации, ЗАКОНОВ ФИЗИКИ.

Первый тип АКСИОМ или ЗАКОНОВ физики состоит в утверждении, что существуют физические ВЕЛИЧИНЫ, которые в пределах некоторой ГРУППЫ ДВИЖЕНИЙ (математически — группы преобразований) являются неизменными, постоянными или ИНВАРИАНТНЫМИ. Этот тип аксиом или законов физики известен как тип ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ. Так, например, законом движения АБСОЛЮТНО ТВЁРДОГО ТЕЛА является АКСИОМА, которая утверждает, что при всех движениях такого тела РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ДВУМЯ ТОЧКАМИ есть ИНВАРИАНТ ГРУППЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ.

Нетрудно видеть, что гидродинамика ИДЕАЛЬНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ строится на отказе от этой аксиомы, но вводит свою НОВУЮ АКСИОМУ — при всех движениях идеальной жидкости её ОБЪЁМ остаётся неизменным, т.е. играет роль ИНВАРИАНТА этой ГРУППЫ ДВИЖЕНИЙ. В силу того, что мы сменили аксиоматику, мы не будем требовать, чтобы следствия из первой теории были справедливы во второй теории.

ПРОИЗОШЛА СМЕНА СИСТЕМЫ АКСИОМ или ЗАМЕНА ОДНОЙ ТЕОРИИ — ДРУГОЙ. Можно сказать большее — такая смена аксиом является весьма частой в классической и квантовой физике, а наборы ИНВАРИАНТОВ, которые играют роль аксиом, и позволяют различать КЛАССЫ, ГРУППЫ или, как говорят философы, ФОРМЫ ДВИЖЕНИЯ. В пределах данной ФОРМЫ ДВИЖЕНИЯ является справедливым ДАННЫЙ набор ИНВАРИАНТОВ. Переход от одной

формы движения материи к другой форме движения и есть переход от одной системы аксиом к другой системе аксиом.

Защищаемая мною в данной дискуссии точка зрения состоит в том, что смена инвариантов возможна как в физике неживой природы, так и в физике ЯВЛЕНИЙ ЖИЗНИ, не образуя при этом никакого КАЧЕСТВЕННОГО отличия живого от неживого.

Различие между теми и другими явлениями состоит во ВТОРОМ ТИПЕ АКСИОМ, которые мы будем называть АКСИОМАТИКОЙ РАЗВИТИЯ. Этот тип аксиом состоит из утверждений нового свойства — из утверждений о ИЗМЕНЕНИИ НЕКОТОРОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ. Различие типов аксиом состоит в том, что аксиомы первого типа были утверждениями:

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА НЕ ЗАВИСИТ ОТ ВРЕМЕНИ,

а аксиомы второго типа:

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА ЗАВИСИТ ОТ ВРЕМЕНИ.

Логично, что эти типы утверждений мы и отнесли к различным типам.

В отношении аксиом второго типа известно только одно утверждение:

СУЩЕСТВУЕТ ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА, называемая ЭНТРОПИЯ, которая с течением ВРЕМЕНИ НЕ УМЕНЬШАЕТСЯ.

Поскольку аксиома такого типа только одна, то приведённое утверждение ЭКВИВАЛЕНТНО следующему утверждению:

ТЕЧЕНИЕ ВРЕМЕНИ можно контролировать через измерение ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ, которая называется ЭНТРОПИЯ, т.к. с УВЕЛИЧЕНИЕМ ПРОШЕДШЕГО ВРЕМЕНИ ЭТА ВЕЛИЧИНА МОЖЕТ ТОЛЬКО УВЕЛИЧИВАТЬСЯ.

Такое допущение действительно делалось некоторыми физиками-теоретиками.

Последующее развитие физики обнаружило, что это приравнивание увеличения энтропии с направлением хода времени порождает некоторые парадоксы. Таким образом, чисто логически, если мы следуем совету Гильберта, надо было бы построить ДВА ВООБРАЖАЕМЫХ МИРА.

Эти миры тождественны по аксиомам, которые выражают законы сохранения. Эти миры различны по законам РАЗВИТИЯ. В первом мире имеет место РОСТ ЭНТРОПИИ, а во втором мире — УМЕНЬШЕНИЕ ЭНТРОПИИ. Будем называть физику первого мира — МИР КАРНО, а физику второго мира — МИР ПОДОЛИНСКОГО-БАРТИНИ.

Использованные мною фамилии учёных для названия второго мира имеют основополагающее значение, хотя предложение о введении ТРЕТЬЕГО закона термодинамики, ПРОТИВОПОЛОЖНОГО ВТОРОМУ ЗАКОНУ термодинамики, вносилось в 1901 году Н.А. Умовым.

Основанием считать основоположником нового физического направления С.А. Подолинского является его работа «Труд человека и его отношение к распределению энергии», опубликованная в журнале «СЛОВО» №4-5 за 1880 год. В этой работе С.А. Подолинский совершенно ясно выделил утверждение, что явления жизни от простейших до человека охватываются ОДНИМ ПРИНЦИПОМ, которым он заменил понятие «ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ». Через всю историю жизни и человечества проходит закон, что способность живых организмов к совершению внешней работы или изменениям в окружающей среде НЕ УМЕНЬШАЕТСЯ ПО ХОДУ ИСТОРИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ. Этот закон соединяет все формы РАЗВИТИЯ всех явлений жизни, рассматриваемых как часть единого мирового процесса.

Мы не говорим о Ауэрбахе, Тимирязеве, Больцмане, Анри, Ферсмани, Циолковском, Бауэре, Лотка и последних работах Г.Т. Одума только потому, что речь идёт не о личностях, которым нравился указанный принцип для объяснения всей совокупности явлений жизни. Мы фиксируем внимание на АКСИОМЕ.

Мы использовали для названия этого мира ещё и фамилию Бартини. В работах Р.О. ди Бартини вводится равноправие между числом пространственных координат и числом «временных» координат: вместо (3+1)-мира специальной и общей теории относительности вводится (3+3)-мир БАРТИНИ. Естественно, что частным случаем мира Бартини будет и классический (3+1)-мир специальной и общей теории относительности. Это обобщение можно пытаться обосновывать, но можно принять просто за новую аксиому. Принятие новой аксиомы нас ни к чему не обязывает, а признавать её или не признавать — не есть вопрос аксиоматики, а пригодности такой аксиомы для описания процессов и явлений внешнего мира. Введение квантованного 3-мерного времени является расширением теории на мир, который НЕ ИЗОТРОПЕН, т.е. не предполагается, что скорость света НЕ ЗАВИСИТ ОТ НАПРАВЛЕНИЯ, т.е. инвариантом является не одномерная ДЛИТЕЛЬНОСТЬ, а «временной объём». Это обеспечивает симметрию или равноправность в геометрическом представлении ЧИСЛА пространственных и временных координат.

Принятие этой аксиомы, уравнивая число пространственных и временных координат, вводит различие между понятиями

пространственной ПРОТЯЖЁННОСТИ и временной ДЛИТЕЛЬНОСТИ, снимая произвол в выборе КО- и КОНТРАВариАНТНЫХ ВЕЛИЧИН. С другой стороны, это уравнивание числа измерений приводит к КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, каждая из которых задаётся общей формулой:

$$[L^R T^S],$$

где $[L]$ — размерность длины, $[T]$ — размерность времени, а R и S — ЦЕЛЫЕ (положительные или отрицательные) ЧИСЛА.

Полученная система физических измеряемых величин содержит внутри себя как все ИЗВЕСТНЫЕ ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ, т.е. законы первого типа, так и ещё НЕИЗВЕСТНЫЕ ИНВАРИАНТЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, которые оказались весьма полезными при анализе некоторых очень сложных систем. Поскольку таблица физических величин представляет собою СЛОВАРЬ для аксиоматического построения физической теории, то наши утверждения, играющие роль законов природы, могут опираться только на ЭТОТ СЛОВАРЬ. Внимательное изучение полученного СЛОВАРЯ показывает, что такие традиционные понятия физики, как температура и энтропия, не фигурируют в виде ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН. Не может же быть, что столь важные физические ПОНЯТИЯ являются чистым плодом воображения?

Действительно, все законы сохранения всегда представляются ОДНОЙ и ТОЛЬКО ОДНОЙ клеткой таблицы ди Бартини. Но одной клеткой или одной физической величиной НЕЛЬЗЯ ВЫРАЗИТЬ ИЗМЕНЕНИЕ. Любая изменяющаяся со временем физическая величина может быть представлена РАЗЛОЖЕНИЕМ В РЯД — это может быть разложение в ряд Фурье, в ряд Тейлора или в ряд по степеням независимой переменной. Поскольку аксиоматика РАЗВИТИЯ есть аксиоматика ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН с течением ВРЕМЕНИ, то аксиомы второго типа есть аксиомы, которые могут говорить о ЧИСЛЕ и ЗНАКАХ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЯДА, составленного из величин таблицы. Таким образом мы можем использовать в физической теории не только утверждения об отдельных физических величинах, но и о некоторых совокупностях физических величин, образующих ряд по независимой переменной ПРОСТРАНСТВЕННОГО или ВРЕМЕННОГО ТИПА.

Эти производные пространственного типа уже прижились в физике в виде ГРАДИЕНТА, ДИВЕРГЕНЦИИ и РОТОРА, а производные ВРЕМЕННОГО типа ещё не имеют установившихся названий. Пока они объединялись понятием КОВАРИАНТНОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ.

Фактическое использование ВАРИАЦИОННЫХ ПРИНЦИПОВ, которые тесно связаны с понятием ЭНТРОПИЯ, и представляло собою такое историческое движение в развитии физической теории. В последних работах венгерской школы термодинамики неравновесных процессов, возглавляемой И. Дьярмати, было показано, что принцип наименьшего производства энтропии и принцип наименьшего рассеяния энергии являются двумя выражениями одного и того же принципа. Однако, как ни странно, именно принцип МИНИМУМА РАССЕИВАЕМОЙ МОЩНОСТИ был положен в основу первой работы 24-летнего Максвелла при построении ПЕРВОЙ АКСИОМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ в 1855 году.

Максвелл постулировал ИНВАРИАНТНОСТЬ ОБЪЁМА гипотетической несжимаемой жидкости и постулировал, что среда оказывает сопротивление движению жидкости с СИЛОЙ, которая пропорциональна СКОРОСТИ движения жидкости. Получаемая при этих предпосылках конфигурация поля такова, что поле минимизирует РАССЕИВАЕМУЮ МОЩНОСТЬ. Установившееся течение характеризуется минимумом рассеиваемой мощности, а сама рассеиваемая мощность также является ИНВАРИАНТОМ. Таким образом уже Максвеллу был известен принцип ИНВАРИАНТНОСТИ МОЩНОСТИ.

Установив связь между принципом минимума рассеиваемой мощности и принципом минимума производства энтропии, мы вернулись к ФИЗИЧЕСКИМ ВЕЛИЧИНАМ, которые фигурируют в таблице ди Бартини. Очевидно, что мир Подолинского-Бартини есть такой мир, в котором величина рассеиваемой мощности МАКСИМИЗИРУЕТСЯ, т.е. коэффициенты ряда по времени имеют знак, ПРОТИВОПОЛОЖНЫЙ знаку коэффициентов мира Карно-Онзагера. Этот факт, в неявном виде, через введение понятия ПОТОК СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ, что нужно называть «СВОБОДНАЯ МОЩНОСТЬ», выразил в 1930 г. Г. Крон в своей работе об общей теории электрических машин. ~~Инженер — это человек, который создаёт устройство, на вход которого поступает поток свободной энергии, а его задача — ответить наибольшую долю этого потока на нужды человека, используя минимальный объём пространства и минимальное количество тяжких железок.~~

Инженерная практика проектирования сложных технических систем всегда ориентирована на рост «свободной мощности» на душу населения и на наибольшее значение коэффициента полезного действия. Этот упрямый эмпирический факт и является логическим следствием

аксиоматики мира Подолинского-Бартини, аксиоматики, которая позволяет в реальном мире отделить физику неживой природы от физики жизни, рассматривая ту и другую, как СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ МИРА, в котором мы живём.

(на обороте первого листа от руки)

Глубокоуважаемый Побиск Георгиевич!

Редколлегия коллективного межинститутского труда «Методологическое проблемы биофизики» (изд. «Наука», план редподготовки 1976 г.) рекомендует «развернуть» эти тезисы в рукопись объёмом 10-15 маш. стр. Рукопись, разумеется, должна иметь соответствующие библиографические ссылки (в конце рукописи) и не быть столь эмоциональной (авторские подчёркивания!), как эти тезисы. Кроме того, акцент в рукописи всё же должен быть сделан на биофизике, а не физике: коллективный труд ведь посвящён всё же биофизике, а не физике, как таковой. При этом биофизику, конечно, следует рассматривать в связи, единстве с физикой — как в тезисах.

Итак, редколлегия ждёт до 20 января 76-го, но не позже (!).

С приближающимся Новым годом!

Ответственный секретарь редколлегии

Ю.Н. Полянский

22/ХП-75.

P.S.: Необходимо прислать 2 экз. рукописи статьи. Адрес: 142292, Московская обл., Серпуховский р/н, г. Пущино, Институт биофизики АН СССР, Ю.Н. Полянскому.

Кузнецов П.Г.

Происхождение жизни и второй закон термодинамики⁶⁶

Письмо от главного редактора «Журнала ВХО им. Д.И. Менделеева»

Глубокоуважаемый Побиск Георгиевич!

Просим Вас не отказать в любезности написать для номера, посвящённого происхождению жизни, обзорную статью на тему «Происхождение жизни и второй закон термодинамики».

В статье должно быть отражено современное состояние вопроса и перспективы развития на основе новейшей советской и зарубежной литературы. Содержание статьи должно быть доступно также широкому кругу читателей. Отгиски не выдаются. Необходимое количество экземпляров журнала можно заказать в редакции заблаговременно. После выхода статьи в свет редакция выплачивает авторский гонорар.

При оформлении статьи просьба придерживаться прилагаемых правил для авторов. К статье необходимо приложить фотографию автора (или авторов) и сведения для опубликования под фотографией (где и кем работаете, имеете ли звание лауреата Ленинской или Государственной премий, область научных интересов, наиболее крупные научные достижения).

Объём статьи — 0,7 а.л. (1 а.л. — 24 стр. машинописного текста через два интервала).

Срок представления статьи — 15 мая 1979 г.

Проект номера прилагается.

О Вашем согласии просим сообщить в редакцию.

Главный редактор академик И.Л. Кнунянц.

Происхождение жизни и второй закон термодинамики

Проблема происхождения органической жизни из неживой природы относится к числу тех научных проблем, которые требуют нового научного вооружения. Это новое научное вооружение проникает в научное мировоззрение через изобретательский процесс создания новой техники, изобретательский процесс создания новых научных теорий. Как происхождение новой техники, так и создание новых научных теорий могут служить примерами РОЖДЕНИЯ НОВОГО, т.е. того, чего раньше

⁶⁶ Текст публикуется согласно изданию: Журнал ВХО им. Менделеева. Т. XXIV, №4. — М., 1980. Очевидно, побудительным мотивом для написания данного материала явилось письмо от главного редактора «Журнала ВХО им. Д.И. Менделеева» (исх. №23, 1979 г.), которое в настоящем томе предваряет текст статьи.

не было. Сама проблема происхождения органической жизни также относится к этому классу — необходимо раскрыть суть того, как рождается то, чего до сих пор еще не было.

Современное естествознание, которое принято отождествлять с теоретической или математической физикой, уже осваивает это новое вооружение. Мы имеем в виду работы нашего советского физика-теоретика Г.А. Зайцева. Подобно тому, как в современной математике работами группы Н. Бурбаки был совершен предельный синтез всех направлений математической науки, так в работах Г.А. Зайцева был совершен предельный синтез современных физических теорий. Было показано, что все современные физические теории могут рассматриваться как различные виды универсальных алгебр. Ретроспективный взгляд на эволюцию математики и подобный взгляд на эволюцию физики позволяет наметить пути анализа эволюционного процесса возникновения и развития процесса органической жизни, охватывающего все живое вещество нашей планеты на протяжении всей его эволюции от простейших до самых развитых форм современной общественной ЖИЗНИ.

Этот ретроспективный анализ эволюции математики и физики показывает особое место и особую роль второго начала или закона термодинамики среди всех известных законов физики.

В настоящей работе мы не можем рассчитывать на сколь-нибудь полное раскрытие проблемы происхождения жизни, но можем указать на ее тесную связь с понятием термодинамической необратимости. Само понятие «термодинамической необратимости» и составляет подлинную душу второго закона термодинамики.

Исходное понятие «закона» в физических теориях, как и во многих других науках, базируется на «повторяемости» некоторого круга явлений, эта «повторяемость» некоторого круга явлений приводит к поиску и открытию инвариантов, т.е. тех или иных физических величин, которые остаются постоянными в определенном классе явлений природы. В рамках «школьной» физики эти инварианты известны как различные «законы сохранения» — закон сохранения импульса, закон сохранения момента количества движения, закон сохранения энергии и т.д. Тенденция в развитии науки вынуждала (и до сих пор вынуждает) некоторых представителей науки искать в проблеме жизни подобного рода сохраняющихся величин. Эта тенденция научного поиска и приходит в противоречие с отмеченной выше «необратимостью» хода исторического времени.

Возникновение термодинамики ввело в теоретическую физику некоторую величину — энтропию — относительно которой делается только одно утверждение — величина энтропии не уменьшается с течением исторического времени. Противоречие между законами сохранения и законом монотонного увеличения одной из физических величин всегда порождало и порождает до сих пор массу спекулятивных конструкций. В этой обстановке нам не остается ничего другого, как уточнить формулировку проблемы происхождения жизни перед фактом противоречия физики сохраняющихся величин и физики монотонно возрастающих величин.

В области общественных наук известна другая величина, которую называют «производительностью труда в системе общественного производства», которая ведет себя подобно физической энтропии — эта величина также не уменьшается по ходу исторического времени. Проведенный нами анализ этого понятия общественных наук на языке физических измеряемых величин показывает, что в явлениях общественной жизни мы имеем дело с «необратимостью» нового типа. Этот тип «необратимости» и является предметом обсуждения в проблеме происхождения органической жизни.

Этот тип «необратимости» в самое последнее время стал предметом научного интереса такого специалиста по термодинамике необратимых процессов, как И. Пригожин.

Ветвящиеся группы и ветвящиеся универсальные алгебры

Один из учеников проф. Г.А. Зайцева, работающий в области теории элементарных частиц, обратил мое внимание на тот факт, что теория элементарных частиц создается как теория «сохранения», а не как теория «эволюции». Кто высказал утверждение, что все элементарные частицы даны «все сразу», в то время как можно ожидать существование их собственной «истории»?

И в этом аспекте мы снова возвращаемся к классу теорий, где по ходу исторического времени должен меняться весь спектр элементарных частиц. Философская культура необходима для правильной постановки вопросов, но правильная постановка вопроса еще не является его решением. Встал вопрос о том типе математического аппарата, который необходим для описания процессов развития, процессов происхождения «нового». Такой математический аппарат — теория ветвящихся групп и ветвящихся универсальных алгебр и является предметом разработки школы проф. Г.А. Зайцева.

Работу этого нового математического инструмента можно проследить на примере трех различных (по внешнему виду) проблем, связанных с эволюцией

1. элементарных частиц,
2. биологических видов,
3. технических средств (новой техники).

Во всех случаях мы имеем дело со множествами, число членов которых не остается постоянным. Для тех читателей, кому ближе язык «линейных пространств» можно заметить, что речь идет о «линейных пространствах» переменного числа измерений. Эмпирически этот тип математического аппарата был рожден работами советского авиаконструктора В.Ф. Болховитинова и американского инженера Г. Крона. Мы рассмотрим процесс рождения этого математического аппарата на примере работ В.Ф. Болховитинова.

Перед авиаконструктором В.Ф. Болховитиновым стояла проблема разработки теории летательных аппаратов, которая должна охватывать все типы летательных аппаратов: как те, которые уже существуют, так и те, которые будут созданы в будущем. По отношению к эволюции биологических видов этот вопрос должен означать теорию, где найдут свое место как те биологические виды, которые уже являются предметом палеонтологии, так и те, которых еще нет, но которые должны появиться в будущем. В области новой техники подобная теория должна охватывать, как те технические средства, которые были созданы по ходу истории, так и те, которые люди создадут в будущем.

Первый шаг в разработке теории В.Ф. Болховитиновым состоял в том, что он предложил рассматривать каждый летательный аппарат, как «список свойств», которыми этот летательный аппарат обладает. Каждое «свойство» летательного аппарата возникает по «требованию» авиаконструктора, но за возникновение каждого «свойства» авиаконструктор должен «заплатить» весом соответствующего технического средства. Так, например, за такое «свойство», как «движение самолета по заданному курсу без вмешательства пилота», авиаконструктор должен заплатить весом технического средства, которое имеет вид автопилота. Составляя полный список заказанных свойств, и составляя сумму весов всех технических средств — мы получаем физическую величину — «взлетный ВЕС летательного аппарата». Если теперь разделить вес каждого технического средства, которым мы оплатили каждое «свойство» на полный взлетный вес летательного аппарата, то мы получим сумму «весовых долей», равную единице. Два

самолета, которые имеют один и тот же набор «свойств», могут различаться друг от друга «весовыми долями», которыми в них оплачены различные свойства. Вся совокупность подобных летательных аппаратов, которые имеют одни и те же «свойства», образует «линейное пространство» одной и той же размерности. Размерность линейного пространства численно равна числу различных «свойств». Очевидно, что если имеются аппараты, у которых то или иное «свойство» отсутствует, то доля этого свойства считается равной нулю.

Представим себе, что появился новый летательный аппарат, который может летать в верхних слоях атмосферы. Этот аппарат должен получить «новое свойство» — обеспечить нормальное дыхание пилоту, что требует введения кислородного прибора. За это новое свойство конструктор платит весом кислородного прибора. До какого-то времени это свойство ЕЩЕ НЕ СУЩЕСТВОВАЛО ни в одной конструкции летательных аппаратов. Появление нового свойства требует расширения линейного пространства, т.е. введения «новой оси». Эта операция изменение размерности линейного пространства возникает при любом описании объектов, которые имеют изменяющееся с течением времени число «свойств» Новое «свойство», как нетрудно заметить, представляет собою новое «качество». В классической математике сама размерность линейного пространства представляла собою пример

«топологического инварианта», т.е. неизменное свойство самого понятия «линейное пространство».

Проведенное содержательное обсуждение рождения понятия «линейное пространство переменной размерности» содержит намек на способ математического описания процесса возникновения нового качества. Новое КАЧЕСТВО выражается математически через изменение КОЛИЧЕСТВА осей соответствующего линейного пространства. Этот результат не может рассматриваться как неожиданный: он является иллюстрацией довольно общей закономерности перехода КАЧЕСТВА в КОЛИЧЕСТВО.

С другой стороны, если имеет место подобный переход КАЧЕСТВА в КОЛИЧЕСТВО, то имеет место и обратное явление — переход КОЛИЧЕСТВА в КАЧЕСТВО. Вернемся еще раз к нашему исходному представлению летательного аппарата, как списка свойств, представленного в долях веса. Допустим, что конструктор автопилота нашел возможность использовать более легкие материалы и за счет введения нового понизил долю, которой оплачивается свойство двигаться по заданному направлению без вмешательства пилота. Это чисто

количественное изменение доли веса автопилота может наступить только тогда, когда конструктор сообщил автопилоту новое КАЧЕСТВО. В этом случае наблюдается обратный процесс — процесс перехода КОЛИЧЕСТВА в КАЧЕСТВО. Общее правило таково, каждый переход к новому качеству проявляет себя в форме количественного изменения и наоборот, каждое количественное изменение связано с изменением качества.

Удерживая это правило, мы можем говорить о КОЛИЧЕСТВЕННОМ изменении некоторой физической величины, совершенно ясно представляя связь количественных изменений с изменением КАЧЕСТВА. Возвращаясь к монотонно изменяющимся величинам, т.е. к величине энтропии и к величине темп роста производительности труда в системе общественного производства, мы теперь не потеряем из виду, что каждому КОЛИЧЕСТВЕННОЕ изменению этих величин соответствует (если его как следует поискать) некоторое КАЧЕСТВЕННОЕ изменение. В системе общественного производства эти новые качества имеет вид новых материалов, новых технических средств, новых технологических процессов. Эти новые элементы системы общественного производства приводят к изменению «физиологии» общественного организма. Видимый роста производительности труда в системе общественного производства имеет в своей основе эти разнообразные изменения КАЧЕСТВА.

Теория ветвящихся групп и ветвящихся универсальных алгебр, как инструмент для описания развивающихся систем, строится на отрицании неявного постулата группы (и универсальной алгебры). Этим неявным постулатом любой группы является ЧИСЛО ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ — не имеет значения — конечное или бесконечное число этих элементов. В конечных группах этот ИНВАРИАНТ группы обычно не присутствует в явной аксиоматике, так как он кажется естественным. Переменное число элементов группы означает отказ от классической аксиоматики теориям групп и образует фундамент понятия ВЕТВЯЩАЯСЯ ГРУППА (или ВЕТВЯЩАЯСЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ АЛГЕБРА). Этот неявный инвариант группы — число элементов группы — заменяется другим инвариантом — ТИПОМ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ. Этот тип физической величины, который приходит на смену инварианту числа членов группы, в проведенном выше содержательном рассмотрении имеет вид ВЕСА технических средств, которыми авиаконструктор оплачивает «свойства» летательного аппарата. Число технических средств становится переменной величиной, но их общая характеристика — «иметь ВЕС»

обеспечивает существование МЕРЫ — т.е. существование аддитивной группы, являющейся признаком правильно используемой ВЕЛИЧИНЫ в смысле А. Лебега.

Само собою разумеется, что возможно наличие ветвящихся групп и ветвящихся универсальных алгебр, которые имеют в качестве инварианта в виде физической величины не ВЕС, а величину ЭНЕРГИЙ или МОЩНОСТИ и т.д. Система физических величин, каждая из которых может служить МЕРОЙ в теории ветвящихся групп и ветвящихся универсальных алгебр, включающая в качестве частного случая все квадратируемые гиперобъемы по А. Лебегу, дана в нашей работе с Р.О. ди Бартини.

Сосуществование двух противоположных тенденций развития

Широкий круг изученных процессов в эволюции природы использует в явном виде тенденцию к росту энтропии.

Принято считать, что каждый эволюционный процесс, который сопровождается ростом энтропии получил свое научное объяснение. Этот факт не подлежит никакому сомнению, хотя использовать понятие «научного объяснения» в этих случаях было бы преждевременно. Таким образом мы просто выделяем широкий класс явлений, в котором ДОМИНИРУЕТ тенденция к росту энтропии. Каждый исследователь, который обладает философской культурой, должен обладать сознанием, что доминирование одной тенденции еще не исключает широкого круга явлений, где доминирует противоположная тенденция. Эта противоположная тенденция характерна для всей совокупности явлений жизни на пути ее исторического развития.

Сосуществование двух противоположных тенденций в каждом процессе и в каждом явлении природа проявляется как ДОМИНИРОВАНИЕ не в первом, а в ТРЕТЬЕМ ПОРЯДКЕ, что приводит к математическому описанию природных процессов системой дифференциальных уравнений в частных производных третьего порядка. Регулярных методов решения таких систем уравнений еще не знает современная математика и физика. Тем не менее, если обе тенденции просто уравниваются друг друга, то имеет место понижение порядка системы дифференциальных уравнений в частных производных до второго порядка.

Описываемое сосуществование двух противоположных тенденций, где доминирование одной из них наблюдается лишь в третьем порядке, давно известно в науке о мышлении, как закон борьбы противоположностей. Внутренним основанием этого закона эволюции и

является сосуществование этих противоположных тенденций. Отсутствие регулярных методов решения систем дифференциальных уравнений в частных производных третьего порядка приводит к тому, что исследователь старается «упростить» описание и сводит решение системы к системе уравнений первого порядка. Этот прием исправно работает, пока тенденция сохраняет свой односторонний монотонный характер.

В самое последнее время (каких-нибудь 50-80 лет тому назад) этот способ описания был заменен более совершенным способом описания. Мы имеем в виду использование уравнения Больцмана-Гамеля для описания систем передалей МОЩНОСТИ в электроэнергосистемах. Этот результат впервые имелся в работе Г. Крона «Нериманова динамика вращающихся электрических машин», опубликованной в 1934 г. Большинство разделов современной теоретической (и математической) физики является развитием разделов классической небесной механики, т.е. механики КОНСЕРВАТИВНЫХ СИСТЕМ.

Инвариантом в группе движений такой системы является величина энергии. В работе Г. Крона было показано, что динамика машин и механизмов является динамикой НЕКОНСЕРВАТИВНЫХ, НЕГОЛОНОМНЫХ систем. В этих системах, математическое описание которых приводит к неинтегрируемым уравнениям Пфаффа, имеет место односторонний поток энергии от источника к нагрузке. Мы не случайно упомянули, что неголономные системы приводят к неинтегрируемым уравнениям Пфаффа. Мало кому известно, что лучшая аксиоматика современной термодинамики была предложена Каратеодори. Эта аксиоматика использует «лемму из теории уравнений Пфаффа», т.е. эта аксиоматика строится на гипотезе, что термодинамические системы являются системами ГОЛОНОМНЫМИ. Переход к динамике неголономных систем открывает новое направление в развитии термодинамической теории и допускает ДВА противоположных вида эволюции.

Классический тип обратимых процессов классической термодинамики, который можно назвать термодинамикой РАВНОВЕСНЫХ СИСТЕМ, соответствует тому частному случаю, когда обе тенденции уравновешивают друг друга — эта сбалансированность противоположных тенденций эволюции и известна в настоящее время как термодинамика РАВНОВЕСНЫХ систем. Равновесные системы характеризуются максимумом энтропии и не изменяются с течением времени — это класс систем, к которым неприменимо понятие эволюция.

Для неравновесных систем, по крайней мере в возможности, существуют ДВА пути эволюции: эволюция К состоянию равновесия и эволюция ОТ состояния равновесия.

В первом случае эволюционный процесс сопровождается ростом энтропии и, соответственно, уменьшением свободной энергии, т.е. уменьшением способности системы к совершению внешней работы.

Во втором случае, при эволюции системы от состояния равновесия, эволюционный процесс сопровождается уменьшением энтропии, увеличением свободной энергии, т.е. увеличением способности системы к совершению внешней работы. Этот эффект увеличения способности к совершению внешней работы и известен в общественных науках под названием закона «роста производительности труда в системе общественного производства по ходу исторического развития».

Классическая термодинамика неравновесных систем была построена как математическая теория первого типа, т.е. неявной аксиомой этой теории являлось утверждение о том, что ВСЯКАЯ НЕРАВНОВЕСНАЯ СИСТЕМА эволюционирует к состоянию равновесия. Как отмечалось выше, в Нобелевской речи И. Пригожина был отмечен тот удивительный факт, что СУЩЕСТВУЮТ системы, которые эволюционируют от состояния равновесия. Мы полагаем, что знакомство с этим классом систем пришло под влиянием французского экономиста Перу, который давно интересовался использованием термодинамических моделей в социально-экономических системах. Несколько лет тому назад была получена, оказавшаяся неработоспособной, термодинамическая модель экономической системы М.А. Лихнеровича. Это модель Лихнеровича использовала принцип эволюции к равновесию, которой казался принципом эволюции к равновесию системы рыночных цен.

Сам класс социально-экономических систем, т.е. систем, где доминирует тенденция ухода от состояния равновесия, очень хорошо иллюстрирует наличие этой тенденции в третьем порядке. Если тенденции к равновесию — в виде всевозможных разрушений технических средств — компенсируется трудовыми усилиями, то имеет место равенство противоположных тенденций, дающее экономическое состояние простого воспроизводства. Рост производительности труда в этом случае равен нулю. В других природных явлениях, которые могли бы сопровождаться ростом энтропии — это соответствует состояниям, когда энтропия остается неизменной.

Историческое развитие, сопровождающееся ростом производительности труда, может демонстрировать этот эффект, когда

над простым воспроизводством создается некоторый излишек. Этот излишек, в виде прибавочного продукта, и является предметом анализа политической экономии. Энергетический кризис со всей очевидностью продемонстрировал роль энергетики в мировой валютной системе. На этом мы закончим эти интересные и важные термодинамические соображения, относящиеся к эволюции социально-экономических систем.

Возникновение органической жизни — возникновение устойчивой тенденции к росту способности совершать внешнюю работу

В настоящее время, когда не существует установившегося ТЕРМИНА, который выражает наличие у системы устойчивой (относительно!) тенденции к росту способности совершать внешнюю работу, роль этого термина в различных спекуляциях играют слова — «организация», «информация», «управление» и др. Строятся «теории» организации, информации, управления, каждая из которых претендует на «универсальное» значение. Философский вопрос: «Что такое жизнь?» — в этом рассмотрении обычно игнорируется. Забывают, что все эти теории предназначены для использования в явлениях ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ и должны выражать объективные тенденции исторического развития человеческой популяции. Поразителен и другой факт. Создаются космологические теории, которые исключают из рассмотрения процесса эволюции природы совокупность явлений жизни! Не вредно в рамках космологических теорий попытаться дать ответ на вопрос: «Зачем в космологии существует МЫШЛЕНИЕ?». Пока его роль сводится к созданию научно-фантастических романов на космологические темы.

Приложение 1.

Переписка П.Г. Кузнецова с учеными⁶⁷

Ответ на письмо П.Г. Кузнецова⁶⁸ в Отдел науки ЦК КПСС (29 марта 1954 г.)

№116-04-112

Красноярский край, Казаченский р-н,
село Рождественское. Казаченская МТС
КУЗНЕЦОВУ П.Г.

Уважаемый тов. Кузнецов!

В связи с Вашим письмом в ЦК КПСС отвечаем на Ваши вопросы:

1) Во что превращается теплота, излучаемая звёздами в мировое пространство? Правильно ли, что она превращается в органическую жизнь?

Теплота, излучаемая звёздами, распространяется в виде квантов света в мировое пространство. Часть этого излучения поглощается другими телами (пылевые частицы различных размеров и др.). Эти кванты непрерывно взаимодействуют с веществом, на которое они падают. Возможны превращения одного в другое. Известно, например, что квант может при некоторых обстоятельствах распасться на электрон и позитрон, и обратно электрон, соединившись с позитроном, могут дать квант⁶⁹ света.

Было бы неправильным сказать, что теплота превращается в органическую жизнь. Правильнее будет сказать, что она является необходимым условием жизни. Известно, что вся органическая жизнь на Земле обязана солнечному излучению. Но это не значит, что солнечное тепло само превращается в живые клетки. Оно лишь необходимо для поддержания жизни.

2) Правильно ли, что переносное (Кориолисово) ускорение планет может заменить постулат об их притяжении к Солнцу? Правильно ли, что силой, препятствующей падению планет на Солнце, является световое давление?

Ответ на оба эти вопроса должен быть отрицательным. Кориолисово ускорение не имеет никакой связи с притяжением планет

⁶⁷ Все публикуемые в настоящем Приложении письма хранятся в Центральном московском архиве-музее личных собраний (фонд №152). Публикуются впервые.

⁶⁸ Само письмо [1954-1] (см. список публикаций и рукописей П.Г. Кузнецова в томе I) составителям сборника обнаружить не удалось — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

⁶⁹ Рукой П.Г. Кузнецова после слова «квант» приписано: «Один?».

Солнцем. Световое давление не является причиной, препятствующей падению планет на Солнце. Подробный ответ на этот вопрос Вы найдёте в брошюре проф. К.Ф. Огородникова «На чём Земля держится», которую мы Вам посылаем.

Рекомендуем также прочитать книгу проф. Б.А. Воронцова-Вельяминова «Очерки о Вселенной».

Приложение: брошюра К.Ф. Огородникова «На чём Земля держится».

Учёный секретарь Астрономического Совета АН СССР В.С. Сафронов.

*(внизу страницы рукой П.Г. Кузнецова сделана приписка:
«Наука потому и называется наукой, что она не признаёт фетишей, и т.д.»)*

Кузнецов П.Г.

**Письмо учёному секретарю *Астрономического совета*
*АН СССР В.С. Сафронову (14 апреля 1954 г.)***

Уважаемый тов. Сафронов!

9 апреля 1954 г. мною получено Ваше сообщение от 29 марта 1954 г. за №116-04-112, в котором содержатся ответы на мои вопросы, поставленные в моём письме в ЦК КПСС. Я очень признателен за оказание мне помощи в научной литературе в виде труда проф. К.Ф. Огородникова «На чём Земля держится». Но... в указанном произведении на стр. 21 (рис. 9) пишется: «Пусть (рис. 9) буква А обозначает выбранное нами место на земной поверхности, а буква О — земной центр. Мы бросаем камень из места h , находящегося на некоторой высоте над местом А. Если мы просто опустим камень без всякого толчка, то он упадёт вниз — в место А». Даже если признать, что Земля не испытывает кориолисова ускорения, то падающий камень его испытывает и в точку А он не упадёт, а отклонится к востоку. Это деталь в данном произведении ничем не оговаривается. Далее, на стр. 22 пишется: «Величину начальной скорости, которая превращается траекторию брошенного камня в окружность, можно вычислить, пользуясь законами механики. Она оказывается равной примерно восьми километрам в секунду». Здесь также имеется неточность. Тело, брошенное на запад, будет испытывать кориолисово ускорение, равное примерно (для экватора) $2 \times 7,3 \times 10^{-5} \text{ сек}^{-1} \times 8 \times 10^5 \text{ см/сек} \approx 117 \text{ см} \times \text{сек}^{-2}$, и оно, конечно, упадёт на Землю, ибо расчёт скорости движения происходит для величины ускорения $\approx 960 \text{ см} \times \text{сек}^{-2}$, а не $1097 \text{ см} \times \text{сек}^{-2}$. Наоборот, тело, брошенное на восток, будет испытывать ускорение, направленное к Земле, в $863 \text{ см} \times \text{сек}^{-2}$, и будет двигаться при такой скорости не по окружности, а по эллипсу. Это вторая не оговорённая в тексте неточность.

Наконец, на стр. 11 утверждается: «Правильный ответ на этот вопрос нашёл великий учёный Ньютон, открывший **закон всемирного тяготения**». Сопоставляя это мнение проф. К.Ф. Огородникова с другим мнением по этому вопросу: «Если притяжение, напыщенно названное Ньютоном всеобщим тяготением, и рассматривается как существенное свойство материи, то где источник непонятной тангенциальной силы, которая впервые только и осуществляет движение планет по орбитам?» — высказанное Энгельсом во «Введении к «Диалектике природы» (цитируется по: К. Маркс, Ф. Энгельс «Избранные произведения в двух

томах», Т. II, стр. 55, Москва, 1948 г.). Я не знаю, кому следует больше отдать предпочтение? Именно поэтому, что в таких вопросах я больше доверяю Энгельсу, — и отказывался от постулата о тяготении Ньютона. В подтверждение того, что приведённое высказывание Энгельса не является единичным, приведём ещё несколько примеров: «...Ньютон заканчивает этот период постулатом божественного первого толчка» (там же, стр. 56). «Если бы подавляющее большинство естествоиспытателей не ощущало того отвращения к мышлению, которое Ньютон выразил предостережением: «Физика, берегись метафизики!» — то они должны были бы извлечь такие выводы, которые избавили бы их от бесконечных блужданий по окольным путям и спасли бы колоссальное количество истраченного в ложном направлении времени и труда» (там же, стр. 57).

И вот пример этому, но не из произведения проф. К.Ф. Огородникова, а из «Курса физики» под ред. акад. Н.Д. Папалекси (том I, стр. 72, 1948 г.): «Если начальный толчок сообщает шарiku иную скорость, чем удовлетворяющая приведённому выше соотношению, то движение шарика будет происходить не по кругу, а вообще говоря, по некоторой другой замкнутой кривой, примером является движение планет. Однако (!!!) отсюда вовсе не следует, что движение планет произошло от толчка подобного рода,» — приведённая цитата показывает, что источника «непонятной тангенциальной силы», о которой писал Энгельс, так и не нашлось. Продолжим изложение точки зрения Энгельса по этому вопросу:

«Ньютоновское притяжение и центробежная сила — пример метафизического мышления: проблема не решена, а только **поставлена**, и это преподносится как решение» («Диалектика природы», стр. 221, 1941 г.). И там же далее: «**Ньютоновское тяготение**. Лучшее, что можно сказать о нём, это — что оно не объясняет, а **представляет наглядно** современное состояние движения планет. Дано движение, дана также сила притяжения Солнца; как объяснить, исходя из этих данных, движение? — Параллелограммом сил, тангенциальной силой, становящейся теперь необходимым постулатом, который мы должны принять. Это значит, что, предположив **вечность** существующего состояния, мы должны допустить **первый толчок**. Бога. Но и существующее состояние планетного мира не вечно, и движение первоначально вовсе не является сложным, а представляет собою **простое вращение**».

«Обычная школьная астрономия объясняет вместе с Ньютоном описываемый... планетой эллипс из совместного действия двух сил — из притяжения центрального тела и из тангенциальной силы, увлекающей

планету в направлении, перпендикулярном этому притяжению. Таким образом, школьная астрономия принимает кроме центрально-действующей формы движения ещё другое направление движения, или ещё другую так называемую «силу», — а именно такое направление движения, которое совершается перпендикулярно к линии, соединяющей центры рассматриваемых тел. Тем самым она вступает в противоречие с вышеупомянутым основным законом, согласно которому в нашей Вселенной всякое движение может происходить только в направлении центров действующих друг на друга тел, или, как обычно выражаются, может вызваться лишь центрально-действующими «силами». Вследствие этого она вводит в теорию такой элемент движения, который, как мы это тоже видели, неизбежно приводит к идее о сотворении и уничтожении движения, и поэтому предполагает также и творца» («Диалектика природы», 1941 г., стр. 49).

«Всё учение о тяготении покоится на утверждении, что притяжение есть сущность материи. Это, конечно, неверно. Там, где имеется притяжение, оно должно дополняться отталкиванием» («Диалектика природы», 1941 г., стр. 196).

«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» («Диалектика природы», 1941 г., стр. 195).

Вот далеко не полный перечень высказываний Энгельса по этому вопросу. Когда сопоставляешь эти высказывания с произведениями «учёных мужей», вроде вышеприведённого труда проф. К.Ф. Огородникова «На чём Земля держится», то поневоле чувствуешь заключительную часть «Ни на чём!» (стр. 29): всё, что написано проф. К.Ф. Огородниковым, не представляет собою ничего более, как то, что Энгельс называет «школьной астрономией».

Изучение этого вопроса мне пришлось начинать с изучения «Курса физики» под ред. Н.Д. Папалекси (1948 г.), «Курса физики» К.А. Путилова, «Механики» С.Э. Хайкина, «Курса теоретической механики» Л.Г. Лойцянского и А.И. Лурье и «Теоретической механики» Г.К. Суслова. Первое, что более всего меня поразило, — было отсутствие

определения движения. Да, ни в одном из этих курсов нет определения даже простого механического перемещения. А определение механического перемещения было давно дано Энгельсом в следующей форме:

«Движение само есть противоречие: уже простое механическое перемещение может осуществиться лишь в силу того, что тело в один и тот же момент времени находится в данном месте и одновременно — в другом, что оно находится в одном и том же месте и не находится в нём. Постоянное возникновение и одновременное разрешение этого противоречия — и есть именно движение» («Анти-Дюринг», 1950 г., стр. 113). Поставить это определение в курс физики авторы не решаются, чувствуя отсутствие логической связи между этим определением и последующим изложением курса. Действительно, классическая механика считала возможным задать координаты движущегося тела с любой степенью точности, а новейшая волновая механика устанавливает невозможность того, что находит своё отражение в «принципе неопределённости».

Рассмотрим определение движения, данное Энгельсом, на примере движения артиллерийского снаряда со скоростью в 1000 м/сек. Принятое в физике определение мгновенной скорости, как первой производной от пути по времени — как раз и маскирует противоречие, которое разрешается перемещением. Дело всё в том, что само понятие производной включает в себя противоречие, что в пределе кривое равно прямому (отношение синуса к самой дуге и т.д.). У времени нет точки — как бы ни было мало время — это всегда отрезок времени. Мы можем взять одну секунду, 0,1 секунды, 0,01 секунды, 0,001 секунды и т.д., однако всегда это будет отрезок времени. Возьмём в качестве такого «момента времени», «одновременности» отрезок времени в 0,001 секунды. По отношению к этому «моменту времени» снаряд будет находиться в точке *A* и в точке *B* на расстоянии одного метра от *A*. Он «одновременно» будет находиться в точке *A* и в то же время не находиться в ней. Разрешением противоречия и является **само** движение.

Таким образом, говоря, что снаряд находится «в данном месте» — мы утверждаем, что он покоится. Поэтому точное задание координат тела возможно лишь для неподвижного тела. Когда мы заканчиваем определением противоречием «и не находится в ней», то неразрешимое в речи противоречие может разрешиться только **самим** движением снаряда, ибо, чтобы «не находится в ней» — он должен двигаться.

Скорость же движения снаряда и является мерой этого первого противоречия. Чем резче выражено противоречие (чем больше расстояние от A до B , где тело находится «одновременно»), тем выше скорость перемещения. Пока физика имела дело со сравнительно малыми скоростями, то можно было пренебрегать существованием этого противоречия. Для электрона это противоречие выражено значительно резче, и его «одновременное пребывание в разных точках атома» заставляет физиков, не научившихся мыслить диалектически, отказываться от наглядных представлений и говорить об «электронном облаке». Если нет определения простого механического перемещения, то переходить к вскрытию противоречий, лежащих в основе более высоких форм движения мне кажется невозможным.

«Если уже простое механическое перемещение содержит в себе противоречие, то тем более содержат его высшие формы движения материи, а в особенности органическая жизнь и её развитие» — указывает далее Энгельс («Анти-Дюринг», 1950 г., стр. 114), считая, между прочим, органическую жизнь одной из форм движения материи (отнюдь не отождествляя её с клеткой, как поступили Вы в своём ответе — к этому вопросу мы ещё вернёмся).

Прошу извинить меня за некоторое «лирическое отступление». Вернёмся к теории Ньютона. Теория, существующая более 300 лет, настолько прочно вошла со своими выводами, что малейший отказ от неё кажется невероятным. Следует по этому поводу заметить двухтысячелетнюю историю постулата Эвклида, когда Гаусс не решился опубликовать своих исследований по этому вопросу, и только наш соотечественник Лобачевский решился на этот шаг (оставаясь непонятым даже своим современником Остроградским). А что представляла бы из себя наша современная физика без отказа от пятого постулата Эвклида?

Поэтому мне кажется (может быть, я и не прав, но я не считаю себя обладающим «папской непогрешимостью»), что по отношению к будущим тысячелетиям развития науки будет правильным утверждать, что наши потомки, отказываясь от всего нами запостулированного, откроют ещё бесчисленное множество новых путей в науке. Всё это и заставило меня искать всё запостулированное, как узловое точки новых направлений. Вот пример: первый закон Ньютона гласит:

«Точка, на которую не действует сила, находится в состоянии покоя или прямолинейного и равномерного движения» (Н.Д. Папалекси «Курс физики», 1948 г., Т. I, стр. 57). Нет ни одной точки и ни одного тела, которые бы двигались прямолинейно и равномерно — всякое

движение совершается по кривой с большим или меньшим радиусом кривизны. Наоборот, мы наблюдаем повсюду вращательное, т.е. криволинейное движение. А «законы Ньютона остаются верными лишь для систем, двигающихся равномерно и прямолинейно» — указывается в том же курсе на стр. 102. Таким образом, для всего, что нас окружает, уже в силу криволинейности движения, законы Ньютона верны лишь приближённо.

Посмотрим, как обосновываются законы планетного движения. В «Механике» С.Э. Хайкина, 1948 г., стр. 71, находим:

«...мы выбираем... систему отсчёта, связанную с Солнцем и звёздами. Представим себе, например, крест, образованный тремя взаимно перпендикулярными осями координат, и поместим центр этого креста (начало координат) в центр Солнца; три оси направим на какие-либо три звезды, выбранные таким образом, чтобы направления на них из центра Солнца были взаимно перпендикулярны. К этой системе координат мы и будем относить изучаемые движения. В дальнейшем эту систему координат мы будем называть «неподвижной».

Не подлежит ни малейшему сомнению, что Ньютон такую же «неподвижную» систему сперва связывал с центром Земли и, относя к ней падения тел на Земле и движение Луны, установил тождество земного тяготения Луны и тел, находящихся на Земле. Перенося эту неподвижную систему в центр Солнца, он и установил свой «закон всемирного тяготения». Так как на движение тел на Земле не принималось действия переносного ускорения, то переносить эти законы на движение небесных тел можно было безоговорочно. С того же момента, как было установлено, что Земля не является строго инерциальной системой (маятник Фуко, закон Бэра, вращение циклонов и антициклонов, пассаты, отклонение падающих тел к востоку, гирокомпас и т.д.), то в первую очередь эта поправка должна была бы быть перенесена на движение Луны, а затем и на все движения планет в Солнечной системе. Если логика вывода «закона всемирного тяготения» именно такова, то логично столь же последовательно вводить соответствующие поправки. Само же употребление термина «гравитационные силы» является ненаучным, что введением такого термина мы только маскируем открытый вопрос об их природе. Об этом совершенно ясно сказано у Энгельса:

«Представление о силе заимствовано, как это признаётся всеми, из представлений деятельности человеческого организма по отношению к окружающей его среде. Мы говорим о мускульной силе, о поднимающей силе рук, о прыгательной силе ног, о пищеварительной силе желудка и

кишечного тракта, об осязающей силе нервов, о секреторной силе желёз и т.д. Иными словами, чтобы избавиться от необходимости указать действительную причину изменения, вызванного какой-нибудь функцией нашего организма, мы подсовываем некоторую фиктивную причину, некоторую так называемую силу, соответствующую этому изменению. Мы переносим затем удобный метод также и во внешний мир и, таким образом, сочиняем столько существует различных явлений» («Диалектика природы», 1941 г., стр. 56). То же самое можно было сказать и о «ядерных», «Ван-дер-ваальсовых» и других силах, которыми пестрят наши курсы физики.

Возвратимся ещё к некоторым, правда, не резко выраженным, отклонениям от теории Ньютона. Так называемый «закон площадей» и движение планет в одной плоскости являются первыми приближениями действительного движения планет. Если учесть, что масса Солнца не является величиной постоянной вследствие дефекта массы Солнца, вызываемого излучением, — то центральная сила тяготения, пропорциональная массе, всё время уменьшается. Для этой величины мы должны ввести понятие третьей производной от пути по времени, т.е. понятие изменения ускорения во времени. Так как орбитальная скорость планет остаётся неизменной, мы должны допустить, что радиус-вектор планеты описывает всё возрастающие площади. А это, в переводе на язык динамики, означает, что в нашей системе импульс вращения изменяется во времени, свидетельствуя о моменте силы.

Однако изменение импульса вращения не связано с воздействием силы извне, а связано с внутренними изменениями в самой системе — с излучением. С другой стороны, момент силы может быть выражен и в форме «третьей производной от пути по времени», т.е.

$$\bar{M} = g \frac{d\bar{\omega}}{dt} = m \frac{d^3\bar{s}}{dt^3}$$

При желании можно найти аналоги и для производных более высоких порядков: так, изменение массы Солнца, вследствие потерь на излучение, не является величиной постоянной, а уменьшается с понижением температуры его поверхности.

Возвращаясь к уточнённому описанию движения планет, связанному с введением «третьей производной от пути по времени», мы должны отказаться от представления о плоском движении, ибо, как известно из анализа, наличие третьей производной свидетельствует о

пространственной кривой. Возможно, что прецессия орбиты Меркурия может быть связана с подобной причиной.

Исходя из этой точки зрения, я склонен согласиться с ротационной теорией акад. В.Г. Фесенкова, нежели с теорией акад. О.Ю. Шмидта. Перейдём к самому факту существования светового давления. Эта сила нам задана в функции времени, и мы вправе рассматривать импульс её, как изменяющий количество движения Земли:

$$\int_{t_1}^{t_2} p \cdot dt = m(v_2 - v_1)$$

Мне представляется возможным, что происходит не изменения количества движения, а изменения импульса вращения Земли. Это будет означать, что принятое нами за единицу времени равномерное вращение Земли в течение суток может оказаться переменной величиной. Вот примерные вопросы, которые интересуют меня в современной астрономии. «Подробный ответ на этот вопрос» — мною не был найден в брошюре проф. К.Ф. Огородникова «На чём Земля держится», так же и в книге проф. Б.А. Воронцова-Вельяминова «Очерки о Вселенной».

Кризис в физике в начале нашего столетия, связанный с недостаточностью теории Ньютона, означал попытку устранения указанной Энгельсом «половинчатости» — электродинамика отводит отталкиванию такое же важное место, как и притяжению. Именно в этом, мне кажется, смысл отрицательной массы позитрона — в отличие от всегда положительной величины массы теории Ньютона. Может быть, это покажется невероятным, но мне кажется, что различие между электроном и позитроном сведётся к противоположным направлениям их вращения и связанных с ними систем координат, что допускает зеркальное отображение. Ведь электрический заряд не масло, наложенное на хлеб, а вид движения, но «что движется и как именно движется» — это-то и должно быть установлено.

Перейдём теперь к вопросу об определении органической жизни. В Вашем ответе написано, что «электрон, соединившись с позитроном, могут дать квант света». Насколько мне известно, то в этом случае образуется два кванта света, которые расходятся в противоположных направлениях со скоростью света. По этому поводу у меня будет два вопроса:

Каково будет расстояние между ними через одну секунду?

Какова будет их скорость относительно друг друга?

Далее Вы пишете: «Но это не значит, что солнечное тепло само превращается в живые клетки». Насколько я помню, мне этого утверждения делать никогда не приходилось. Во-первых, с 1950 года Ольга Борисовна Лепешинская доказала существование жизни без клетки в форме неклеточного живого вещества⁷⁰ (хотя доказывать это пришлось 16 лет). Во-вторых, существует мнение, что органическая жизнь — это форма движения материи. Приведём несколько высказываний Энгельса по этому поводу:

«Движение в мировом пространстве, механическое движение менее значительных масс на отдельных небесных телах, колебание молекул в качестве теплоты или в качестве электрического или магнитного тока, химическое разложение и соединение, органическая жизнь — вот те формы движения, в которых — в одной или нескольких сразу — находится каждый отдельный атом вещества в мире в каждый данный момент» («Анти-Дюринг», 1950 г., стр. 57).

«Мы наблюдаем ряд форм движения — механическое движение, теплота, 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 следствием, причём общая сумма движения, при всех изменениях формы, остаётся одной и той же...» («Диалектика природы», 1941 г., стр. 185).

В обоих высказываниях Энгельс рассматривает органическую жизнь как одну из форм движения материи, отнюдь не отождествляя её с клеткой. Исключение такого превращения одной из форм движения в форму органической жизни оговорено словом «*пока*» (курсив Энгельса) — в данном мною определении становится излишним. Мною указывалось, что уже до меня многие учёные подошли к этому определению. Самым существенным в понимании даваемого определения жизни лежит **противоположность**, именно противоположность, а не различие живой и неживой материи. Физика, исследующая неживую природу, не знает исключений из второго принципа термодинамики, а

⁷⁰ Впоследствии учение Лепешинской было опровергнуто, подробнее об этом см.: Александров В.Я. Трудные годы советской биологии: записки современника. — СПб.: Наука, 1993 — прим. сост. Е.Б. Попова.

весь процесс развития жизни идёт вразрез со вторым законом. Закон рассеяния энергии в мировом пространстве и есть одно из проявлений второго принципа термодинамики. Уже в 1882 г., в своём письме к Марксу, Энгельс писал: «Растения — это ведь давно уже известно — представляют собой великих поглотителей и хранителей солнечной энергии в изменённой форме. Своим трудом, поскольку он фиксирует солнечную теплоту (что отнюдь не всегда имеет место в промышленности и в других областях), человек, таким образом, ухитряется соединить естественные функции потребляющего энергию животного и накапливающего энергию растения» (К. Маркс и Ф. Энгельс, «Сочинения», Т. XXIV. — М., 1931, стр. 604).

Понимание этой противоположности живого и неживого по отношению ко второму принципу термодинамики совершенно ясно выражено нашим соотечественником в крунианской лекции на тему «О космической роли растения» в 1903 году. Климент Аркадьевич Тимирязев сказал:

«В противоположность Саксу, мы в праве сказать, что всё, что нам известно о функции хлорофилла, может быть выведено из его оптических свойств, и этот вывод понятен, так как процесс усвоения углерода — в то же время процесс усвоения солнечного света. Таким образом, функция хлорофилла может быть по праву названа **космической функцией** растения. Профессор Больцман в замечательной речи, произнесённой в Венской академии в 1886 году, выразил эту мысль в очень красноречивой форме:

«Всеобщая борьба за существование, охватывающая весь органический мир, не есть борьба за вещество: химические элементы органического вещества находятся в избытке в воздухе, воде и земле; это также не борьба за энергию — она, к сожалению, в непревратимой форме, в форме теплоты, щедро рассеяна во всех телах; это — борьба за энергию, находящуюся доступной при переходе энергии от пылающего Солнца к холодной Земле...»

...С такой точки зрения исследованный нами вопрос о космической роли растений является какою-то пограничной областью между двумя великими научными обобщениями прошлого века, связанными с именами лорда Кельвина и Чарльза Дарвина — между учением о рассеянии энергии и учением о борьбе за существование» (К.А. Тимирязев, «Сочинения», Т. I, стр. 442). Единственность в космосе процесса превращения излучения в органическую жизнь особенно ярко характеризуется высказыванием К.А. Тимирязева о космической функции

хлорофиллового зерна — «той точки в мировом пространстве, в которой живая сила солнечного луча, превращаясь в химическое напряжение, слагается, накапливается для того, чтобы впоследствии исподволь освободиться в тех разнообразных проявлениях движения, которые нам представляют организмы, как растительные, так и животные (К.А. Тимирязев, «Собрание сочинений», Т. II, М., 1937, стр. 27).

Акад. В.Р. Вильямс, воспитанный на лекциях К.А. Тимирязев, выше всего ценил эту замечательную крунианскую лекцию «О космической роли растения» и сам неоднократно упоминает об этой космической роли растения:

«Первичным материалом, из которого сельскохозяйственное производство готовит свой продукт, служит действенная (кинетическая) энергия солнечного света, которую зелёное растение преобразовывает в скрытую (потенциальную) энергию химического средства создаваемого им органического вещества» (В.Р. Вильямс, «Почвоведение», 1938, стр. 10).

Ещё более отчётливо эту противоположность развития живой и неживой природы выразил акад. А.Е. Ферсман в своём курсе «Геохимии». Красной нитью через весь курс «Геохимии» проходит основной закон развития неживой природы — второй принцип термодинамики. Все процессы, от образования атомов химических элементов до конечных путей их миграции в кристаллических постройках горных пород, подчинялись одному, не знающему исключений закону — второму принципу термодинамики. Как только совершается переход к биосфере — мы вступаем в явное противоречие с этим законом, и акад. А.Е. Ферсман утверждает, что органическая жизнь — единственный в космосе процесс, идущий вразрез со вторым принципом термодинамики. Акад. А.Е. Ферсман ссылается на К.А. Тимирязева и на Л. Больцмана, однако приводит точку зрения В. Анри, который в журнале «Природа» в 1917 г. утверждал, что энергетически жизнь есть ни что иное, как постоянное задержание и накопление химической и лучистой энергии, препятствующее рассеянию последней в мировом пространстве.

Вышеприведённая точка зрения Энгельса на органическую жизнь, как одну из форм движения материи, в сочетании с высказываниями Энгельса, Л. Больцмана, К.А. Тимирязева, В.Р. Вильямса, А.Е. Ферсмана, В. Анри и позволяет ответить на вопрос — предвидение Энгельса:

«Мы приходим, таким образом, к выводу, что излучённая в мировое пространство теплота должна иметь возможность каким-то путём — путём, установление которого будет когда-то в будущем задачей

естествознания, — превратиться в другую форму движения, в которой она может снова сосредоточиться и начать активно функционировать» («Диалектика природы», 1949 г., стр. 18). Вот этой формой движения, в которую превращается, и не только превращается (как в процессе образования пары электрон-позитрон), но и сосредотачивается и, наконец, начинает активно функционировать теплота — является органическая жизнь. Этот вывод, в более или менее ясной форме, предстал передо мною в 1947 году — и он принудил меня исследовать основные положения, из которых вытекает второй принцип термодинамики. Именно поэтому, приводя в своём письме определение органической жизни в форме:

«Органическая жизнь — это форма движения материи, в которой сосредотачивается (ранее излучённая в мировое пространство) теплота, и из которой, в виде человеческого труда, эта теплота начинает вновь активно функционировать»

— я и указывал, что признание этого определения требует серьёзного пересмотра основных физико-химических представлений (отнюдь не экспериментального материала).

В основе постулата Клаузиуса лежит утверждение, что теплота переходит от тел более нагретых к телам менее нагретым. Таким образом, теплоте приписываются качества современного физика-экспериментатора: она (теплота) измеряет температуру одного тела, затем температуру второго тела, и, установив, что температура второго тела меньше, чем температура первого — принимает решение о переходе от первого тела ко второму.

В какой бы сверхнаучной форме не преподносился второй принцип термодинамики, и какие бы выводы, сделанные с помощью самого совершенного математического аппарата, из него не следовали — все они будут следствием постулата Клаузиуса, того самого постулата, внутренний смысл которого и заключается в том, что теплоте приписывается способность определять температуру.

За эти последние 7 лет я и научился больше доверять классикам марксизма в вопросах теоретического естествознания, чем самым авторитетным физикам, ещё не отказавшимся от метафизического образа мышления.

Уважаемый товарищ Сафонов! Посылая Вам дополнительные соображения, смею надеяться, что Вы сможете мне помочь более серьёзной консультацией по интересующим меня вопросам.

Искренне уважающий Вас,

Побиск Кузнецов.

Кузнецов П.Г.

Письмо академику АН СССР В.Г. Фесенкову (30 апреля 1954 г.)

Уважаемый тов. Фесенков!

Я давно собирался написать Вам, а получение весьма несерьёзного ответа от учёного секретаря Астрономического Совета АН СССР В.С. Сафронова убеждает меня, что писать следует именно Вам.

Первый вопрос по теории акад. О.Ю. Шмидта, касающийся температуры пылевидной массы. Насколько мне удалось разобраться в физике — определение температуры мы не имеем до сих пор, также как нет определения понятия «теплоты». Историческое понятие «теплоты» связано с двумя «флюидами», имевшими самостоятельное существование: с «теплородом» или физической теплотой и с «флогистоном» или химической теплотой. Оба эти понятия вылились в современной физике в кинетическую и потенциальную энергию молекул.

Будучи твёрдо убеждён, что второй принцип термодинамики не имеет повсеместного применения (к чему есть достаточно оснований), я и занялся исследованием вопроса об основаниях его вывода.

Второй принцип термодинамики со всеми вытекающими из него следствиями основан на утверждении, что теплота переходит от тел с высокой температурой к телам с низкой температурой (обратный переход невозможен без превращения части работы в теплоту). Мне хорошо известно, что всякое научное положение, идущее вразрез со вторым принципом термодинамики, должно содержать какую-то ошибку (по общепринятому мнению, ясно выраженному акад. Иоффе), и всё-таки — несообразность заключается прежде всего в постулате Клаузиуса.

Если исследовать этот постулат с точки зрения формальной логики, то в нём теплоте приписывается способность измерять температуру тел, ибо теплота, «не зная» температуры двух тел, «не смогла бы» переходить от тел более нагретых к телам менее нагретым.

Исходя из этой логической несообразности постулата Клаузиуса и учитывая отсутствие в физике каких бы то ни было данных об ошибочности второго принципа термодинамики — я и вынужден был обратиться к исследованию понятий «температура», «теплота», «нагревание», «охлаждение».

Под «нагреванием» идеального газа мы разумеем увеличение кинетической энергии молекул и, следовательно, увеличение скорости их поступательного движения. Т.о. «нагреть газ» означает «заставить

молекулы газа двигаться быстрее». Для рассмотрения механизма «нагрева» мне приходится допустить абстракцию абсолютного нуля. Мне кажется, что такое абстрагирование к физическому пределу температуры столь же допустимо, как абстрагирование к математическому пределу, например, в понятии «мгновенной скорости».

Возьмём реальный газ — водород — атомы которого находятся в состоянии абсолютного нуля. Учитывая две зависимости температуры от состояния тела

$$\frac{1}{2} m_H v^2 = \frac{3}{2} kT$$

1.

где m_H — масса атома H ,

v^2 — квадрат скорости поступательного движения атомов водорода,

k — константа Больцмана,

T — абсолютная температура,

мы видим, что [при] абсолютном нуле атомы водорода не должны обладать поступательным движением, т.е. атомы водорода должны рассматриваться фиксированными неподвижно в определённых точках пространства.

С другой стороны, в силу закона Стефана – Больцмана

$$\varepsilon = \sigma T^4$$

2.

где ε — энергия, излучаемая нашими атомами водорода,

σ — постоянная Стефана – Больцмана излучения абсолютно чёрного тела,

T — абсолютная температура,

мы должны допустить, что атомы водорода должны находиться в основном состоянии, ибо излучение энергии атомами водорода, находившимися на более высоких энергетических уровнях, исключает предположение об абсолютном нуле.

Сделав эти два допущения (для ясности картины нагрева мне пришлось исключить из рассмотрения переходы агрегатных состояний водорода), мы приходим к выводу, что абсолютный нуль должен означать как отсутствие кинетической энергии атомов водорода, так и «потенциальной» энергии возбуждения электронов в атомах водорода.

Теперь мы рассмотрим «нагревание», причём, учитывая, что вся Земля нагревается лучистой энергией Солнца, мы будем «нагревать» наши атомы водорода, пользуясь лучистой энергией.

(Между прочим, «хаотическое беспорядочное движение молекул», принятое как нечто само собою разумеющееся в молекулярно-кинетической теории, не является свойством самых молекул газа, а является следствием «нагревания» — механизм которого мы будем рассматривать).

Как известно, только та часть лучистой энергии оказывает «действие», которая поглощается веществом. Однако наши атомы водорода в состоянии поглощать только ту часть лучистой энергии, кванты которой соответствуют спектру поглощения атомов водорода. Т.о. мы вправе ожидать «нагревание» при поглощении атомами водорода квантов энергии, соответствующих спектру поглощения водорода.

С этого момента мы сталкиваемся с точкой зрения, что поглощение лучистой энергии атомами водорода не сопровождается «нагреванием», т.е. получением атомами водорода кинетической энергии, а сопровождается только увеличением потенциальной энергии возбуждения электронов. Принятие этого положения мне представляется неправильным по двум причинам: во-первых, ещё Лебедев установил наличие светового давления на газы, причём давление оказывает лишь та часть излучения, которая поглощается; во-вторых — мы просто не в состоянии будем сдвинуть наши атомы водорода с места. Отсюда следует первый вывод: **поглощение кванта лучистой энергии сопровождается одновременным переходом электрона в возбуждённое состояние и получением микросистемой определённой скорости поступательного движения.**

(Мне особенно легко писать об этих вещах Вам, потому что Ваши работы по свечению ночного неба приводят к выводу о наличии у Земли «газового хвоста», отжимаемого световым давлением).

Таким образом, энергия поглощённого кванта каким-то образом распределяется внутри атома водорода между его кинетической и потенциальной энергией. Очевидно, что сумма кинетической и потенциальной энергии атома водорода не может быть ни меньше, ни больше величины поглощённого кванта (в силу закона сохранения энергии), т.е.

$$3. \quad h\nu = \Pi_H + K_H,$$

$h\nu$ — энергия поглощённого кванта,

Π_H — потенциальная энергия атома водорода,

K_H — кинетическая энергия атома водорода.

Возбуждённое состояние атома водорода продолжается около 10^{-8} сек, после чего квант энергии излучается атомом водорода. Наличие спектра излучения водорода говорит нам за то, что квант энергии (за исключением случаев излучения по закону Стокса с большей длиной волны) излучается не дробными долями, а целиком, т.е. уносит одновременно и потенциальную, и кинетическую энергию атома водорода. Таким образом, переход атома водорода в основное состояние сам по себе означает переход в состояние «абсолютного нуля».

Если признать правильность изложенного взгляда на механизм «нагревания», то следует признать дискретность значений кинетической энергии в соответствии с дискретностью значений потенциальной энергии, причём каждый квант излучения уносит с собою одновременно некоторую часть и потенциальной, и кинетической энергии микросистемы. Признание изложенного взгляда означает также, что основное состояние микросистемы есть состояние «абсолютного нуля». Таким образом, то, что носит название «характеристической температуры» в спектроскопии, и является истинным определением температуры.

Рассмотрим некоторые экспериментальные данные, находящие своё объяснение при признании именно такого механизма «нагревания» и «охлаждения».

а) Закон парциального давления газов. Этот закон является «отцом атомистики» (см. Б.М. Кедров «Атомистика Дальтона»).

Исследуя выпадение дождя в условиях пониженного барометрического давления, Дальтон установил независимость давления паров воды от давления воздуха и для объяснения этого явления должен был сделать два допущения: 1) все газы представляют смесь атомов, причём атомы одного и того же газа химически и физически подобны друг другу; т.о. существует столько разновидностей «атомов» («атомы» Дальтона были «простые» и «сложные», сколько существует химически различных газов и веществ; 2) парциальное давление осуществляется в силу того, что сила отталкивания действует только между химически идентичными «атомами».

Второе положение Дальтона было им высказано несколько «невнятно», ибо для объяснения этого положения Дальтон встречался с целым рядом трудностей: во-первых, нужно было допустить такое количество разновидностей «отталкивательных сил», сколько существует разновидностей «атомов». По этому поводу Дальтон писал, что эти «отталкивательные силы» напоминают магнитную силу, которая

действует на одни тела и не оказывается действия на другие тела; во-вторых, если «силы отталкивания» не действуют между химически различными «атомами», то почему разнородные «атомы» не слипаются, наконец, в-третьих, если «силы отталкивания» действуют между «атомами воды», то почему «атомы воды» объединяются в капли дождя. Все эти трудности теории Дальтона обошла история науки, признав «закон парциального давления» и первое положение Дальтона, причём «сложные атомы» Дальтона превратились в молекулы.

Если второе и третье затруднения Дальтона не представляются затруднениями в свете современных представлений о строении атомов и молекул, то первое затруднение находит рациональное объяснение в том, что эти «силы отталкивания» есть ни что иное, как спектр излучения данного вида молекул — разновидностей же спектра излучения как раз столько, сколько существует разновидностей молекул.

б) Опыты Штерн (1920 г.) по определению истинных скоростей атомов серебра.

Хотя эти опыты приводятся почти в каждом курсе физики и физической химии, но только у Эггерта в «Учебнике физической химии» подчёркивается получение «спектра скоростей», а сам Эггерт делает замечание о возможности квантования кинетической энергии. Рациональное объяснение «спектра скоростей» атомов серебра возможно лишь с точки зрения изложенной выше теории механизма нагревания.

в) Явление антистоксовой люминесценции.

Излучение света с длиной волны более короткой, нежели длина волны падающего света, заставляет нас признать возможность суммирования кинетической и потенциальной энергии или, что одно и то же, пользуясь выражением Эггерта — «потенциальная и кинетическая энергия составляют общий энергетический резерв молекулы». И это явление находит рациональное объяснение в изложенной выше теории механизма нагревания.

Прежде чем обратиться ещё к одному факту, подтверждающему правильность молекулярно-кинетической теории, — мне хотелось бы остановиться на описании опытов Штерн в «Курсе физики» под ред. Н.Д. Папалекси (т. I, 1948 г.). Там приводятся снимки, сделанные при разных скоростях вращения цилиндров, причём в тексте допущена неточность — внутренние края приписываются там наиболее медленным скоростям, а внешние края снимков — наибольшим скоростям атомов серебра. На самом же деле — как раз наоборот. Более того, приведённые снимки

имеют вертикальную исчерченность, характерную для «спектра скоростей», ничем не оговорённую в тексте.

г) Броуново движение.

Обычно в подтверждение правильности молекулярно-кинетической теории приводят факт существования Броунова движения. Очень интересным является в этом отношении исследование акад. В.Р. Вильямса, указывающего причину Броунова движения отличной от обычной в физике.

«Кроме присутствия форменных элементов в глине, проф. Фадеев нашёл ещё, что этим последним свойственно колебательное движение. Направление этого движения параллельно длинному диаметру частиц (т.е. вдоль оптической оси — *П.К.*). По исследованию Вильямса быстрота колебаний зависит от интенсивности освещения; с увеличением силы света возрастает количество колебаний в секунду. Этим и объясняется неоседание глины в сосудах. Если поставить сосуд с глиной на рассеянном свете, то глина не оседет; если же покрыть сосуд чёрным сукном или поставить в тёмный шкаф, то уже на 3-й, 4-й день освободится наверху слой прозрачной воды. Если в это время вынести сосуд на свет (!), то колебания снова начнутся, и жидкость взмутится (отсутствие диффузии частиц глины без освещения! — *П.К.*). Эти колебания, носящие название Броуновского движения, свойственны не только частицам глины, но и кровяным тельцам, частицами китайской туши, гуммигута и т.д.» (В.Р. Вильямс. Собрание сочинений, т. I, М., 1948, стр. 293-294).

Приведённые данные акад. В.Р. Вильямса указывают на причину Броунова движения (также и на причину молекулярного движения) в форме «светового давления».

Мне представляется совершенно ясным, что эти представления о природе «теплоты», «нагревания», «температуры» и «охлаждения» не соответствуют принятым в современной термодинамике. Рассмотрим же смысл так называемых термодинамических параметров состояния по отношению к нашей земной атмосфере.

Допустим ещё один предельный переход к абсолютному нулю, окружая Землю адиабатической оболочкой, предварительно охладив её до абсолютного нуля. Так как существование атмосферы Земли связано с выходом молекул с большой кинетической энергией на определённую высоту в поле тяжести Земли, то потеря молекулами кинетической энергии будет означать осаждение всей атмосферы на поверхность Земли. Все так называемые термодинамические параметры состояния в силу

связывающих их зависимостей теряют смысл при абсолютном нуле. Функция состояния претерпевает «разрыв».

Снимая адиабатическую оболочку с Земли, т.е. открывая доступ солнечной радиации, мы, после установления динамического равновесия, найдём существующую температуру, объём и давление атмосферы Земли, причём, благодаря допущенной абстракции, мы видим, что все эти независимые термодинамические «параметры состояния» являются функцией солнечной постоянной, т.е. плотности лучистой энергии в единице объёма. Вот эта плотность лучистой энергии в единице объёма, величина, подверженная очень быстрым и резким изменениям, и есть то, что мы называем теплотой. Благодаря столь большим колебаниям этой величины в зависимости от времени и условия поглощения и отдачи излучения и возникают постоянные недоразумения, когда измеряется «количество теплоты», а в то же время «теплота не имеет количества, а является функцией линий (т.е. криволинейным интегралом, зависящим от пути).

Такова будет микроскопическая картина «теплоты», «нагрева», «температуры», и к ней мы ещё вернёмся, ибо функция состояния претерпевает ещё один разрыв при явлениях термо- и фотоэлектрического эффекта.

Рассмотрим ещё макроскопические зависимости этих же понятий.

Так, например, наличие светового давления на Землю, как на одно из тел Солнечной системы, в силу зависимости между силой светового давления и количеством движения Земли, должно изменять количество движения Земли, тем более, что незначительная величина силы умножается на всё время существования Земли как тела Солнечной системы:

$$\int_{t_0}^{t_1} \bar{P} dt = m_3 (\bar{V}_1 - \bar{V}_0)$$

где \bar{P} — сила светового давления,

m_3 — масса Земли,

V_1, V_0 — скорость Земли,

t_1 и t_0 — время.

Возможно, что световое давление изменяет не скорость поступательного, а скорость вращательного движения Земли. Это

предположение заставляет поставить под сомнение законность постулата о равномерном вращении Земли, являющемся в настоящее время мерой времени.

Далее, вследствие излучения, масса Солнца не является постоянной величиной, а непрерывно уменьшается. Это означает, что центральная сила тяготения и вызываемое ей ускорение — есть величины переменные. Обозначая изменение ускорения во времени в форме третьей производной от пути по времени, замечая, что уменьшение величины ускорения связано с возрастанием площади, описываемой радиус-вектором планеты, — мы констатируем зависимость между изменением ускорения и моментом силы, причём это не внешняя, а внутренняя сила, связанная с внутренними изменениями в Солнечной системе (охлаждение Солнца).

Наконец, величина дефекта массы Солнца вследствие потерь на излучение не является величиной постоянной, а зависит от температуры и поверхности Солнца. Таким образом, мы устанавливаем зависимость между четвёртой производной от пути по времени, с одной стороны, и температурой и поверхностью Солнца — с другой.

Мне кажется, что изложенных данных, намечающих первые пути исследования зависимости «теплоты», «температуры» во взаимосвязи с остальными проявлениями движения дают основание утверждать, что заявление акад. О.Ю. Шмидта о «холодном» пылевидном рое по меньшей мере не обосновано, ибо исследование этих понятий нами только начинается. Вот почему Ваша ротационная теория меня привлекает гораздо больше, нежели теория О.Ю. Шмидта. Однако у меня создалось убеждение, что Солнце и систему тем, связанных с ним, следует рассматривать как неинерциальную систему (в силу вращении Солнца и связанной с ним системы координат), тогда отпадает потребность в постулате всемирного тяготения Ньютона (о котором очень много писал Энгельс), т.е. притяжение планет объясняется наличием переносного (кориолисова) ускорения.

Уважаемый тов. Фесенков,

Мне хотелось бы написать Вам очень и очень много, но я не решаюсь отрывать у Вас Ваше драгоценное время. Позвольте закончить письмо изложением причины, заставившей меня отказаться от повсеместной применимости второго принципа термодинамики. По этому поводу очень много писал Энгельс, а рассматривая излучение звёзд, высказал очень интересную мысль:

«Мы приходим, таким образом, к выводу, что излучённая в мировое пространство [теплота] должна иметь возможность каким-то

путём, — путём, установление которого будет когда-то в будущем задачей естествознания, — превратится в другую форму движения, в которой она может снова сосредоточиться и начать активно функционировать» («Диалектика природы», 1949 г., стр. 18). Специалисты по термодинамике надеются найти эти процессы превращения теплоты где-то в центрах звёзд (проф. Жуковский), а весь процесс **органической жизни** и является именно этой формой движения.

В 1947 году мне пришлось принять определение органической жизни в форме:

Органическая жизнь — это форма движения материи, в которой сосредотачивается (ранее излучённая в мировое пространство) теплота и из которой, в виде человеческого труда, эта теплота начинает вновь активно функционировать.

Вплотную [к] этому определению подходили Л. Больцман и К.А. Тимирязев. В крунианской лекции 1903 г. К.А. Тимирязев сказал:

«В противность Саксу, мы вправе сказать, что всё, что нам известно о функции хлорофилла, может быть выведено из его оптических свойств, и этот вывод понятен, так как процесс усвоения углерода — в то же время процесс **усвоения солнечного света**. Таким образом, функция хлорофилла может быть по праву названа **космической функцией** растения. Профессор Больцман в замечательной речи, произнесённой в Венской академии в 1886 году, выразил эту мысль в очень красноречивой форме:

«Всеобщая борьба за существование, охватывающая весь органический мир, не есть борьба за вещество: химические элементы органического вещества находятся в избытке в воздухе, воде и земле; это также не борьба за энергию — она, к сожалению, в непревратимой форме, в форме теплоты, щедро рассеяна во всех телах; это — борьба за энтропию, становящуюся доступной при переходе энергии от пылающего Солнца к холодной Земле...»

...С такой точки зрения исследованный нами вопрос о космической роли растения является какою-то пограничной областью между двумя великими научными обобщениями прошлого века, связанными с именами лорда Кельвина и Чарльза Дарвина — между учением о рассеянии энергии и учением о борьбе за существование» (К.А. Тимирязев, Собрание сочинений, т. I, 1937, стр. 442).

Я не сомневаюсь, что Вы хорошо знакомы с курсом «Геохимии» акад. А.Е. Ферсмана. Через весь курс проходит красной нитью основной закон развития неживой природы — второй принцип термодинамики, —

однако, совершая переход к биосфере, акад. Ферсман пишет, что **органическая жизнь** — единственный в космосе процесс, идущий вразрез со вторым принципом термодинамики. Акад. Ферсман ссылается на В. Анри, который в 1917 году в журнале «Природа» писал, что энергетически — жизнь есть не что иное как постоянное задержание и накопление химической и лучистой энергии, препятствующее рассеянию последней в мировом пространстве.

Этот же взгляд на органическую жизнь проходит и через все работы акад. В.Р. Вильямса и его ученика — акад. В.П. Бушинского.

В.С. Сафронов почему-то посчитал, что в этом определении жизни утверждается превращение излучения в клетки. Основным вопросом, из-за которого мне приходится совершать экскурсии в различные области естествознания, — вопросом, которому будет посвящена вся моя жизнь, — будет решение проблемы синтеза жизнедеятельного белка. В настоящее время я убеждён, что решение этой проблемы возможно только с помощью фотосинтеза. Всякий синтез, в том числе и фотосинтез, предполагает наличие обратной стороны процесса — анализа. Существующий анализ в химии является анализом **вещества**, в силу чего и существует такой разрыв между биологией и органической химией, ибо лабильность, изменчивость живого вещества не поддаётся обычным методам химического анализа. Обращением же фотосинтеза является хемилюминесценция — вот почему хемилюминесцентный анализ реакций является ключом к решению проблемы фотохимического синтеза живого вещества. В свете этих представлений поистине ключевыми являются работы советского учёного проф. А.Г. Гурвича в области спектрального анализа митогенетического излучения, однако методика использования биологических детекторов является, с точки зрения физики, недопустимой. Мне кажется, что только спектральный анализ митогенетического излучения (хемилюминесценции живого вещества) может дать познание того, что носит название обмена веществ: ведь обмен веществ — это совокупность химических реакций, протекающих в живом веществе, а каждая экзотермическая реакция имеет характерную для неё линию спектра. С другой стороны, обращаясь к изменениям, вызываемым митогенетическим излучением (т.е. ультрафиолетом 1900-2500 Å), мы находим, что раствор угольной кислоты при облучении квантами с длиной волны меньше 2500 Å превращается в формальдегид, а при дальнейшем облучении формальдегид полимеризуется до паральдегида и ещё более сложных углеводов. И все эти превращения осуществляются при обычной температуре, при атмосферном давлении,

без всяких катализаторов. Если Бресслер пользуется давлениями в тысячи атмосфер для решения этой проблемы, то мне кажется, что если живое вещество поместить в такие условия, то и оно перестанет быть живым.

То же самое в отношении катализаторов — мне пришлось вернуться к радиационной теории катализа Перрена и Льюиса, но без указания на каталитическое действие только инфракрасного излучения.

Кузнецов П.Г.

Письмо профессору Л. Инфельду (1954 г.)

Уважаемый проф. Инфельд!

Пусть не удивляет Вас письмо из далёкого Красноярска: оно написано под влиянием Вашей книги «Эволюция физики». Вы продолжительное время работали с Эйнштейном, и потому именно Вам я решил написать это письмо.

Мне хотелось бы выяснить у Вас два вопроса: первый относится ко второму закону термодинамики, второй — к теории Ньютона.

До выяснения этих вопросов разрешите высказать точку зрения на природу, отличающуюся от изложенной Вами в «Эволюции физики». Уже английский материализм приходил к определению материи в таком виде:

«Всё то, что занимает часть пространства, мы называем телом. Совокупность всех тел и есть материя».

Если принять это положение (это положение есть и у Энгельса: «...Мы отвлекаемся от качественных различий вещей, когда объединяем их, как телесно существующие, под понятием материи» Анти-Дюринг, 1950, стр. 358), то, очевидно, очень и очень многое из изложенного Вами может оспариваться.

Мне кажется, что есть путь, связывающий такое определение материи с данными современного естествознания. Этот путь лежит через три положения:

1. Все тела находятся в непрерывном движении.
2. Если в первом положении мы утверждали движение тел, то в этом положении мы должны дать определение тому, что мы называем движением. Этого определения нет ни в одном курсе физики! Там есть определения скорости, ускорения и других характеристик движения, но нет определения *самого* движения. Т.к. мы говорим о движении тел, то рассмотрим определение простейшего движения — перемещения.

«Движение само есть противоречие; уже простое механическое перемещение может осуществиться лишь в силу того, что тело в один и тот же момент времени находится в данном месте и одновременно — в другом, что оно находится в одном и том же месте и не находится в нём. Постоянное возникновение и одновременное разрешение этого противоречия — и есть именно движение» (Энгельс Ф. Анти-Дюринг, 1950, стр. 113).

Определение перемещения, данное Энгельсом, не попало в курсы физики, а оно объясняет то, к чему пришел Гейзенберг много лет спустя.

Действительно, когда мы говорим, что «тело находится в одном и том же месте», то мы утверждаем, что тело покоится. Движущееся тело всё время перемещается, т.е. никогда не покоится. Поэтому, вводя в речь противоречие — «и не находится в нём» — мы получаем противоречивое высказывание, правильно изображающее движение тела. Для того, чтобы тело могло не находиться в данном месте — оно должно всё время перемещаться. Противоречие высказывания разрешается самим движением тела.

Рассмотрим конкретный пример: полёт артиллерийского снаряда со скоростью 1000 м/сек. Какой бы отрезок времени мы ни взяли — это отрезок времени: 1/10 сек.; 0,01 сек.; 0,001 сек. Остановимся на 0,001 сек., как на мере одновременности. Тогда снаряд «одновременно» находится в точке *A* и в точке *B*, на расстоянии одного метра от *A*; он находится в точке *A* и «одновременно» не находится в ней.

Этот конкретный пример показывает зачатки «неопределённости» в движении тела. Классическая механика, обходя определение Энгельса, ошибочно считала, что для движущегося тела можно указать точку (*x*, *y*, *z*), где оно находится. Когда физика перешла от медленных движений к быстрым, то выяснилось, что этого сделать нельзя. Вместо того, чтобы прийти к энгельсовскому определению движения, Гейзенберг и др. начали утверждать «неопределённость» и индетерминизм в движении микрообъектов.

Второе положение показывает, что физика «перепрыгнула» через определение простого механического перемещения и была за это наказана.

Для перехода к третьему положению я опять вынужден обратиться к Энгельсу:

«Всякое движение включает в себе механическое движение, перемещение больших или мельчайших частиц материи; познать эти механические движение является *первой* задачей науки, однако лишь *первой* её задачей... Движение — это не только перемена места; в надмеханических областях оно является также и изменением качества» (Энгельс Ф. Анти-Дюринг, 1950, стр. 356).

Третье положение, необходимое к объяснению данных физики без отрыва от данного определения материи, сводится к объяснению надмеханических явлений как изменений качества.

В физике сохранилась тенденция на каждую область явлений вводить свои «силы» — это остаток «невесомых субстанций». Действительное же объяснение должно связывать познание движения тел (в форме *первой* задачи науки) с надмеханическим изменением качества.

Возьмём детскую игрушку — волчок. Он не обладает свойством или качеством удерживаться на острие. Если волчок приведён в быстрое вращательное движение, то у него проявляется это качество.

Т.о. наш пример и является примером возникновения качества в надмеханических областях, причём, само вращение волчка ещё ничего не говорит о возникновении этого нового качества: волчок не претерпевает никаких изменений, совершает механическое движение, но... качество возникает как бы вне его.

Этот пример изменения качества обусловлен вращением тела. Рассмотрим другой пример. В два быстроходных реактивных самолёта взяли эталоны килограмма массы. Оба эталона взвешиваются в самолётах на пружинных весах. Самолёты вылетают из одной точки экватора и летят над экватором в разных направлениях. При высоких скоростях полёта в самолётах будут замечены измерения... веса или массы? У самолёта, летящего на запад, вес килограмма массы будет больше, а во втором — меньше. Оба самолёта и эталоны килограмма массы совершают только механическое движение, но наблюдатели могут отметить изменения $\pm \Delta P$ (P — вес). Т.о. мы имеем в механике аналогию с переменной массой в новейшей физике.

Число таких механических аналогий бесконечно, правда, для электромагнитных аналогий мы всегда оказываемся связанными с вращающимися системами, т.е. системами, поле которых не является потенциальным.

Мне кажется, что решение первой задачи науки, т.е. исследование перемещений, является единственно правильным путём познания закономерностей, вскрытых современной физикой.

Разрешите перейти к основным вопросам письма.

Будет ли правильным утверждение, что органическая жизнь течёт вразрез со вторым законом термодинамики?⁷¹

⁷¹ На этом письмо обрывается. По всей видимости, оно осталось неотправленным — прим. сост. Е.Б. Попова.

Кузнецов П.Г.

Письмо академику АН СССР А.И. Опарину (25 октября 1956 г.)

Уважаемый г. Опарин!

Позавчера мною получено письмо, подписанное Вами. В нём сообщается, что только 10^{-13} части излучения Солнца приходится на биологические явления. Нет сомнения, что это очень небольшая часть солнечного излучения. Однако было такое время, когда и эта часть излучения рассеивалась в пространстве, а теперь обуславливает существование органической жизни на Земле. Эта сторона вопроса представляет принципиальный интерес. В моём предшествующем письме приводилась точка зрения учёных, которые обратили внимание на эту принципиальную особенность живой природы, в отличие (точнее, в противоположность) от неживой природы. Им, очевидно, было известно, что это — ничтожная часть солнечного излучения, однако такая часть, которая исторически возрастает.

С позиций теории экзотермичности биологических синтезов — это излучение вообще не является необходимым условием жизни. В опровержение этой теории экзотермичности можно привести такой пример: сумеет ли сторонник этой теории производить экзотермический синтез своего собственного тела из неорганических веществ? Очевидно, нет. Вероятно, он сумеет объяснить фотосинтез с позиций экзотермичности? Сомнительно. Исключать же фотосинтез из числа биологических синтезов нет никакого основания.

Кузнецов П.Г.

**Письмо заместителю директора Института философии
АН СССР М.Э. Омеляновскому (1956 г.)**

Уважаемый т. Омеляновский!

В связи с тем, что Вы выразили согласие с ответом, составленным мне 18.I.56 г. кандидатом философских наук тов. Сачковым, — вынужден возражать Вам.

Ведь Вам-то хорошо известно, что несостоятельность вывода о «тепловой смерти» Вселенной должна доказываться. Ведь иезуит Густав Веттер с порога отвергает диалектический материализм, как мировоззрение, противоречащее естествознанию. Это можно простить тов. Сачкову, что он увидел в явлениях жизни хорошо известные вещи, но не заметил слона — жизнь является упрямым эмпирическим фактом, не укладывающимся в прокрустово ложе второго закона термодинамики. Неужели Вы не заметили, что приведённое определение жизни отвечает на вопрос о... судьбе излучённой в мировое пространство теплоты.

А спор по границам применимости второго закона термодинамики не сходит со страниц наших журналов. Такова дискуссия «Журнала экспериментальной и теоретической физики» (Шахпаронов, Терлецкий), такова же и односторонняя дискуссия, в «Биохимии». Около десятка наших крупнейших биохимиков подчинили явления жизни второму закону термодинамики. А Вы, зав. сектором философских вопросов естествознания, почему-то отмалчиваетесь.

Возьмём первый и второй закон термодинамики. Распространяем действие первого закона на бесконечную Вселенную — бесконечность Вселенной не мешает нам утверждать правильность закона сохранения энергии. При попытке распространить действие второго закона на бесконечную Вселенную — мы приходим к противоречию «тепловой смерти». Вывод: второй закон имеет ограниченную область применения. Должны существовать процессы, не подчиняющиеся второму закону. Однако, этот вывод с позиций диалектического материализма должен иметь подтверждение из фактов естествознания. Именно поэтому Энгельс и писал:

«Мы приходим, таким образом, к выводу, что излучённая в мировое пространство теплота должна иметь возможность... превратиться в другую форму движения, в которой она может снова

сосредоточиться и начать активно функционировать» («Диалектика природы», 1952, стр. 18).

Исходя из того, что органическая жизнь — форма движения материи, что в ней сосредотачивается (ранее излучённая в мировое пространство) теплота, и что, в виде человеческого труда, эта теплота начинает вновь активно изменять окружающую неживую природу — я и считаю, что жизнь является ответом на вопрос Энгельса о судьбе излучённой в мировое пространство теплоты. Но если это ответ на вопрос, исключаящий повсеместную применимость второго закона термодинамики, то сама органическая жизнь должна быть упрямым природным фактом, противоречащим второму принципу. Да будет известно Вашему сотруднику т. Сачкову, что противоположность живой и неживой природы (не следует останавливаться на различии, различие, доведённое до противоположности, предполагает познание) отмечается уже с 1886 года.

Так, в крунианской лекции в 1903 году акад. Тимирязев сказал: «В противность Саксу, мы вправе сказать, что всё, что нам известно о функции хлорофилла, может быть выведено из его оптических свойств, и этот вывод понятен, так как процесс усвоения углерода — в то же время процесс освоения солнечного света. Таким образом, функция хлорофилла может быть по праву названа космической функцией растения. Профессор Больцман в замечательной речи, произнесённой в Венской академии в 1886 году, выразил эту мысль в очень красноречивой форме:

«Всеобщая борьба за существование, охватывающая весь органический мир, не есть борьба за вещество: химические элементы органического вещества находятся в избытке в воздухе, воде и земле; это также не борьба за энергию, — она, к сожалению, в непревратимой форме, в форме теплоты, щедро рассеяна во всех телах; это — борьба за энтропию, становящуюся доступной при переходе энергии от пылающего Солнца к холодной Земле...».

И далее, Тимирязев продолжает:

«...С такой точки зрения исследованный нами вопрос о космической роли растения является какою-то пограничной областью между двумя великими научными обобщениями прошлого века, связанными с именами лорда Кельвина и Чарльза Дарвина — между учением о рассеянии энергии и учением о борьбе за существование» (К.А. Тимирязев. Собрание сочинений, т. I, 1937, стр. 442).

Таким образом, Тимирязев ясно видел связь, осуществляемую хлорофилловым аппаратом, между рассеянием энергии и органической жизнью.

Но Больцман и Тимирязев не одиноки. Именно этому вопросу уделял много внимания и акад. Вернадский:

«Энергия живого вещества и принцип Карно.

...История идей, относящихся к энергетике жизни, взятой в рамках космоса, указывает почти непрерывный ряд мыслителей, учёных и философов, приходивших более или менее независимо к одним и тем же идеям, но не углублявших поставленных ими проблем. Кажется, будто давно уже царила благоприятная современным идеям атмосфера. Мы находим краткие, но совершенно ясные указания, мысли и факты на энергетическое отличие живого и мёртвого — уже в трудах основателей термодинамики — у Р. Майера, У. Томсона (лорда Кельвина), Г. Гельмгольца. Эти указания не были поняты и оценены.

...Но мне кажется, что дублинский профессор Д. Джоли наиболее полно первый (*ошибка, см. Тимирязев — П.К.*) установил особый энергетический характер живого вещества — совокупности живых организмов, — как противоположного косной материи, и несколько раз выводил из этого положения важные следствия. С той поры к этому не раз возвращались независимо от него и в XX веке. Эти идеи все больше проникают в нашу науку, хотя они еще и не приобрели необходимой устойчивости и не внедрились в наши представления о мире.

Геохимическая история углерода, неизбежно теснейшим образом связанная с живым веществом, приводит к различному энергетическому аспекту биогеохимических явлений по сравнению с геохимическими явлениями, вне влияния жизни происходящими.

Природные явления, выраженные энергетически, обыкновенно сводятся к принципу Карно. Мы знаем, что они всегда связаны с деградацией энергии; количество свободной энергии, способной производить работу, падает с каждым природным явлением. Энергия рассеивается в виде тепла, — энтропия мира, как говорил Клаузиус, увеличивается, и уровень тепла выравнивается. Если мир имеет границу, если совокупность природных явлений конечна — из этого должен последовать конец мира — уравнивание энергии, которое не позволит проявиться никакому природному явлению, связанному с энергией. Долгое время эти выводы считались (*а кем-то и сейчас считаются — П.К.*) достоверными следствиями, законом природы: не находили

исключений из этого правила (*а кое-кто считает бредом нападения на второй закон — П.К.*), приведшего к важным научным открытиям.

...Принцип Карно неизбежно получит новое понимание. Проявления жизни являются эмпирическим фактом, с трудом входящим в рамки других природных явлений в аспекте принципа Карно. Уменьшение энергии, её рассеяние в виде тепла не имеет места в жизни (такой, какой мы её понимаем) зелёных растений и автотрофных микробов, взятых в природном аспекте, т.е. неразрывно от биосферы.

Наоборот, в силу факта существования этих организмов количество свободной энергии, способной производить работу, очевидным образом увеличивается к концу их жизни в окружающей природе, в конце концов с ходом геологического времени. Свободный кислород, изготавливаемый зелёными растениями, каменный уголь, образующийся из их остатков, органические соединения их тел, питающие животных, движения и другие физические и химические проявления, очень различные и многочисленные, представляют выявления новой деятельной энергии, не сопровождаемой никоим образом деградацией исходной лучистой энергии Солнца, послужившей для нее исходной. Эта энергия перешла в такую форму, которая создаёт организм, обладающий потенциальным бессмертием, не уменьшающим, а увеличивающим действенную энергию исходного солнечного луча. Физиологи, изучающие отдельно взятый — вне среды — организм животных, особенно высших, не считали себя обязанными делать эти выводы (срав. дискуссию в «Биохимии» 1953–1955 гг.). Однако мир животных существует лишь за счет зелёного растительного живого вещества и отдельно существовать не может. И если бы зелёные растения погибли, он неминуемо должен был бы разделить их судьбу. Это одно нераздельное явление природы.

Мир животных сам по себе не представляет жизни. Животный организм рассеивает внутри своей физиологической машины энергию, накопленную зелёными хлорофилсодержащими организмами. Но вся совокупность животных, особенно цивилизованное человечество, по-видимому, соответствует тем же энергетическим проявлениям, которые столь характерны для зелёных растений. В своей совокупности животные и растения, вся живая природа, представляют природное явление, противоречащее в своем эффекте в биосфере принципу Карно в его обычной формулировке. Обыкновенно в земной коре в результате жизни и всех её проявлений происходит увеличение действенной энергии.

...Ничто, однако, не заставляет нас делать новые гипотезы. Энтропия Клаузиуса не имеет реального существования; это не факт

бытия, это математическое выражение, полезное и нужное, когда оно даёт возможность выражать природные явления на математическом языке. Оно верно только в пределах посылок. Отклонение такого основного явления, каким является живое вещество в его воздействии на биосферу, в биосфере от принципа Карно указывает, что жизнь не укладывается в посылки, в которых энтропия установлена...» (В.И. Вернадский, Избранные сочинения, АН СССР, 1954 г., т. I, стр. 318 и далее).

Эти выводы сделаны основателем «Геохимии» — науки, являющейся применением второго закона к образованию геологических формаций.

В подтверждение того, что именно это явление является ответом на вопрос Энгельса, приведу ещё два его высказывания:

«...Вопрос будет окончательно решён лишь в том случае, если будет показано, каким образом излучённая в мировое пространство теплота становится снова используемой» («Диалектика природы», 1952 г., стр. 228).

«...Учение о превращении движения ставит этот вопрос в абсолютной форме, и от него нельзя отделаться при помощи негодных отсрочек векселей и увиливанием от ответа» (там же).

Можно ещё привести факты и цитаты, подтверждающие только первую часть предложенного определения жизни. Вот какой смысл вкладывался мною в выражение

«Органическая жизнь — это форма движения материи, в которой сосредотачивается (ранее излучённая в мировое пространство) теплота...».

А мой оппонент г. Скачков, по-видимому, и не задумался, что двенадцать лет работы могут быть представлены пятью строчками вывода. Известное не есть от того познанное.

Уважаемый тов. Омеляновский! Столь же и даже более подробное обоснование может быть мною приведено по каждому пункту и положению письма, адресованного тов. Кедрову. Убедительно прошу Вас прочитать его внимательно и не давать согласия на формальные отписки.

Попрошу обратить внимание на отсутствие определения движения в классической механике (данного Энгельсом), ибо при его наличии и в классической механике (в силу противоречий движения) нельзя задать точку (x, y) пространства, в которой находится движущееся тело. Возрастание скорости движения делает это противоречие более резким.

Прошу извинить за некоторую резкость, но «истина рождается в споре». С нетерпением жду Вашего ответа.

Искренне уважающий Вас

Побиск Кузнецов.

Кузнецов П.Г.

Письмо вице-президенту АН ЭССР Г.И. Наану (1961 г.)

Глубокоуважаемый Густав Иоганович!

Сегодня я сдал в Философскую Энциклопедию статью «Живое и неживое». В этой статье есть ссылка на энтропию, которую будете готовить Вы. По этой причине мне хотелось бы познакомить Вас с последними известиями в этой области. Буду очень рад, если Вы сможете использовать эти данные в соответствующем разделе.

Умение вычислять значение энтропии ещё не даёт понимания содержания этого понятия. Понятие *энтропия* позволяет предсказывать поведение системы, относящееся к будущему времени. С другой стороны, в уравнениях термодинамики вообще отсутствует время. Возникает противоречие: с одной стороны, время уже включено в термодинамику, с другой — в термодинамике нет времени. Выход из этого парадоксального положения, как мне кажется, заключается в следующем. Второй закон термодинамики указывает НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕХОДА ЭНЕРГИИ. Однако переход энергии осуществляется во времени. Внимание исследователя фиксировано на НАПРАВЛЕНИИ, а направление имеет смысл только для указанного направления хода времени. Так как время имеет только одно направление, то изменение направления перехода может восприниматься либо как изменение направления времени, либо как «отрицательная энтропия», «эктропия» и т.д.

Делалась попытка (в 1940 г. курс статистической физики Ландау и Лифшица) дать определение времени, как направления возрастания энтропии. В этом случае энтропия будет монотонной функцией времени. Достижение энтропией максимума в этом случае приводит к ОСТАНОВКЕ ХОДА ВРЕМЕНИ. На самом деле природа имеет действительную историю, которую мы сопоставляем с направлением перехода энергии. В точках, где энтропия достигает максимума, ТЕРЯЕТ СМЫСЛ НАПРАВЛЕНИЕ перехода энергии, поскольку переход в том и другом направлении одинаков. Если начинается процесс противоположного направления, то он соответствует убыванию энтропии. Наиболее наглядно это можно демонстрировать на излучении Солнца: оно может только отдавать энергию — это и есть направление перехода, а вот когда оно остынет и будет получать извне больше, чем излучать само, то мы укажем изменение направления перехода энергии, т.е. обнаружим обратный процесс.

Есть много других новостей, но о них при очередной встрече. Большая модель будет рассматриваться в руководстве Совета по кибернетике. Да, между прочим, здесь есть один интересный аспирант из Эстонии, который занимается вопросами химической кибернетики (я, между прочим, учёный секретарь этой секции Совета), и он бы хотел работать в институте кибернетики у Вас в Таллине. В этом году он защищает диссертацию и должен куда-нибудь выезжать. Очень прошу сообщить возможность его перехода в Таллин.

Вот пока и все новости. Мой адрес: Москва, В-333, I Черёмушкинская, д. 3 (ДНР-3), кв. 70, тел. В-7-48-88.

С наилучшими пожеланиями всегда Ваш

Кузнецов Побиск Георгиевич.

Кузнецов П.Г.

Письмо профессору МГУ Б.М. Левитану (8 января 1962 г.)

Дорогой Борис Моисеевич!

Поздравляю Вас с Новым Годом, желаю новых успехов в вашей работе, силы, здоровья и бодрости.

Приношу свои извинения с задержкой ответа, но теперь я могу дать Вам один из материалов Комиссии по топливно-энергетическому балансу, руководимой чл.-корр. Чухановым З.Ф.

Как видно из приложения — термодинамика является «королевой наук», но ей необходимо включить время, а, следовательно, и **МОЩНОСТЬ**.

Интересным устройством (в термодинамическом смысле) является сам человек. В теле человека находится около 300 000 килокалорий. Каждый сутки человек расходует 3000 килокалорий. Если его лишить питания, то он сгорит за 90 суток. По этой причине человек должен работать.

Однако из 3000 килокалорий в сутки в тепло и на обмен веществ человек расходует 2400. Примерно 600 килокалорий человек может превратить в физическую работу, после чего и эта энергия переходит к природе. Если на эти 600 килокалорий природа не отдаст человеку 3000 килокалорий, то такая работа «НЕЦЕЛЕСООБРАЗНА». Трудовая деятельность обеспечивает человеку за 600 килокалорий не только 3000, но и значительно больше. Этот процесс развития может быть назван борьбой за источники энергии, т.е. борьбой за **МОЩНОСТЬ**. Ранее я писал Вам об источниках мощности как об источниках скорости убывания энтропии. Об энтропии можно вообще не говорить, если пользоваться понятием мощности.

Простите за краткость письма, но термодинамикой мы занимаемся для того, чтобы наша машина работала лучше — об этом я говорил на совещании. Если у Вас есть желание принять участие в этих работах, то сообщите. С нетерпением жду Ваших работ по теоретическим вопросам термодинамики. Ещё раз приношу извинения за задержку ответа.

Искренне уважающий Вас,

Побиск Кузнецов.

Боголепов В.В.

**Письмо И.Г. Куракову, М.Е. Поморцеву, Г.А. Лахтину,
П.Г. Кузнецову (6 марта 1964 г.)**

Недавно, в беседе в В.А. Кириллиным, мною было высказано соображение о желательности издания Академией сборника, посвящённого вопросам изобретательства — с тем, чтобы помочь вытаскиванию их из довольно безотрадного нынешнего состояния; неясным для меня было, насколько устроит АН эта тематика.

Кириллин ответит, что Академию устраивает любая тематика, лишь бы статьи были на необходимом научном уровне и интересны, т.е. обеспечили бы сбыт сборника.

Сейчас, обдумывая наиболее рациональный состав книги в смысле пользы, которую она могла бы принести нашему развитию, пришёл к заключению, что её идею и, соответственно, тематику следовало бы расширить — примерно в плане такого её заглавия: «О научном творчестве человечества» и подзаголовка: «Методологические заметки». На основе знакомства с некоторыми из Ваших работ и предварительных бесед с некоторыми из Вас, мне казалось бы рациональным, в порядке самого первого приближения, построить сборник примерно таким образом:

- И.Г. Кураков — «Роль науки в соревновании социализма с капитализмом»;
- П.Г. Кузнецов — «Наука как основа антиэнтропийной деятельности человечества»;
- М.Е. Поморцев — «О психологии изобретательского творчества (а, может быть, и о его организации? Или по этому вопросу привлечь В.М. Мухачёва?»);
- Г.А. Лахтин — «О количественном критерии научной работы».

Суть сборника — именно не фактологическая, а методологическая. Ещё раз, состав этот весьма примерен и, видимо, подлежит не только уточнению, а и некоторому расширению, о порядке которого — как прежде всего о принципиальном Вашем согласии участвовать в сборнике, а в положительном случае и о сроке представления статей — хотел бы знать Ваше мнение. В положительном случае вторично, но этот раз уже в рабочем порядке, переговорю с В.А. Кириллиным и с Издательством Академии, о результатах Вас уведомя.

С товарищеским приветом

В. Боголепов.

Лахтин Г.А.

Письмо П.Г. Кузнецову (16 марта 1964 г.)

Побиск!

Посылаю отпечатанные на «Эре» копии твоих статей, как обещал.

Получил письмо от Боголепова (адресованное также и тебе) об участии в сборнике. Ответил ему согласием. Однако мне не совсем ясно, чего он хочет. Судя по названиям статей, получается какая-то эклектическая смесь. Первая статья (И.Г. Кураков) — видимо, получится публицистического толка, ты начнёшь усекать энтропию и крушить II закон, третий товарищ будет давить на психику, а четвёртый, т.е. я — дудеть в старую дудку, т.е. писать о научно-технической информации как об изделии, продукции, товаре, рассматривая разные стороны этой продукции (стоимость, надёжность, возможность количественного измерения). Отсюда возникают 2 вопроса:

- 1) Какова общая идея, объединяющая содержимое сборника?
- 2) Какая ~~радует~~ польза рядовому изобретателю или начальнику БРИЗ'а от этого сборника?

Я не сомневаюсь, что сборник может получиться очень интересный для широкого круга людей, думающих о роли, месте и перспективах науки. Однако круг этих людей и круг изобретателей — это разные круги. В общем — неясно.

Что касается предназначенной мне доли в сборнике, то под шапкой «О количественном критерии научной работы» я могу написать лишь то, что было написано ранее в не увидевшей света статье «О принципах расчёта количества информации, содержащегося в экспериментально найденной зависимости». Там сплошные интегралы и формулы на полстраницы. Вряд ли такая статья годится для академического сборника. А иначе о количественном критерии ничего не скажешь. Как ты думаешь, что я смогу написать в сборник?

На прошлой неделе ездил в Красноярск и прозевал очень интересный симпозиум в Академгородке о роли науки в современном мире и вообще на темы, которые примыкают к боголеповской затее.

Привет Ю. Стахееву и твоей жене.

Жму руку.

Субботин М.Я.

Справка о книге В.П. Казначеева и М.Я. Субботина

«Этюды к теории общей патологии».

Издательство «Наука», Сибирское отделение (1971 г.)

Указанная книга представляет собой коллективный труд, созданный П.Г. Кузнецовым, В.П. Казначеевым и М.Я. Субботиным в 1968-1970 гг.

В основу книги положены идеи П.Г. Кузнецова, вытекающие из его основной концепции об энергетических характеристиках живой материи, изложенные в многочисленных предшествующих публикациях П.Г. Кузнецова, частично совместно с В.П. Казначеевым и М.Я. Субботиным.

Книга непосредственно написаны В.П. Казначеевым и М.Я. Субботиным. Работа П.Г. Кузнецова была представлена в виде ротапринтированных и машинописных материалов. После окончания работы над книгой, её «проект» был представлен П.Г. Кузнецову для окончательного согласования и редакции. После этого работа была сдана в печать.

Первоначально книга шла от трёх авторов: В.П. Казначеев, П.Г. Кузнецов, М.Я. Субботин. В последующем по указанию В.П. Казначеева фамилия П.Г. Кузнецова была вычеркнута из числа авторов книги. Экземпляры титульного листа книги с фамилиями авторов: В.П. Казначеев, П.Г. Кузнецов, М.Я. Субботин — находятся в типографии и у меня.

Зам. директора Института клинической и экспериментальной медицины Сибирского филиала АМН СССР, доктор медицинских наук, профессор

М.Я. Субботин

Лившиц В.Н.

Письмо П.Г. Кузнецову (начало 1991 г.)

Уважаемый Побиск Георгиевич!

Как Вам известно, в соответствии с предложениями, сделанными членами ММЭК на 2-ой конференции в Дортмунде, мы планируем издать монографию под названием «Энергия и Общество: новые вызовы человечеству».

Принимая во внимание Ваше предварительное согласие принять участие в этой деятельности и посланные Вами ранее тезисы, я извещаю Вас о сроках издания монографии и её содержании.

Мы планируем полностью сформировать все материалы и подготовить монографию к концу апреля 1991 г.

Содержание её следующее:

Введение.

1. Концепция и методология подхода к изучению взаимосвязей общества и энергетики.
2. Современные проблемы и вызовы человечеству.
3. Выводы и рекомендации.

Заключение.

Во введении предполагается определить главные задачи монографии, достаточно широкий подход и основополагающие принципы в анализе сложных связей энергетики и общества в условиях неопределённости и возможных изменений мировой ситуации.

Раздел 1 посвящён рассмотрению таких социальных проблем, как: переход к постиндустриальной стадии развития, развитие процесса разоружения, возникновение торговых и промышленных блоков, взаимозависимость наций, альтернативы экономического развития, взрыв национального самосознания, движение за сохранение окружающей среды. Эти проблемы могут обостряться под влиянием и в результате национального, регионального и глобального развития энергетических систем.

В разделе 2 рассматриваются основные энергетические проблемы и их влияние на общественное развитие. В контексте взаимодействия энергетики и общества предполагается осветить следующие вопросы: неравномерное распределение энергетических ресурсов, истощение традиционных энергоресурсов, транспорт энергии и широкомасштабное развитие энергетических систем, масштаб и структура потребления

энергии, региональные и глобальные последствия использования традиционных энергетических технологий, изменения, происходящие на международных энергетических рынках, возможная интеграция международного энергетического хозяйства, необходимость пересмотра национальных и международной энергетической политик и т.д.

В заключении предполагается дать общие рекомендации и подходы к решению проблем взаимодействия энергетики и общества.

Мы были бы благодарны, если бы Вы нашли возможность адаптировать Ваши материалы (в пределах 20 стр. машинописного текста) и выслали нам до 1 апреля с.г.

Нами прорабатывается вопрос о возможности проведения встречи авторов монографии, представителей культуры, науки и бизнеса в Дагомысе в конце мая или начале июня с.г.

Цель встречи — обсуждение материалов, подготовленных для монографии, и окончательное её редактирование. Будем благодарны, если Вы сможете принять участие в этой встрече.

С уважением,

Руководитель направления
«Социальные последствия развития
энергетики» Советского национального
комитета ММЭК

В.Н. Лившиц

Приложение 2.

Предисловие редактора к I тому «Ученых записок RAAG»⁷²

В настоящее время мы являемся свидетелями появления новой характеристики инженерной математики, которая еще только утверждает себя и энергично проникает в практические области. Начало этой тенденции относится к тензорной методологии, основанной на геометрических концепциях. Она, вероятно, родилась с появлением эпохальной работы Габриэля Крона в 1934 году — «Нериманова динамика вращающихся электрических машин». Базируясь на ней, возникали многие абстрактные концепции, которые оперировали воображаемыми понятиями и искусно сплетали конструкции, связанные с конкретными объектами действительного мира, так что теперь мы можем объединять разные физико-геометрические и инженерные области в гармоническое целое.

Наши усилия также были направлены параллельно развитым Кроном, и мы намеревались творчески обогатить их, а не популяризировать использование тензорного языка в технических областях. Нашей целью было инициировать оригинальные исследования в инженерных науках на базе интуитивного подхода современной геометрии. Для того чтобы способствовать развитию этого направления, в апреле 1951 года была образована единая исследовательская группа. Это — группа коллег из японской ассоциации «Тензор». Группа была создана с целью проведения совместной исследовательской работы в области фундаментальной технической теории и в качестве главной задачи ставила перед собой задачу создания базы для единообразной трактовки различных предметных областей физико-инженерных наук.

Со стороны японского правительства Группе была гарантирована финансовая поддержка с апреля 1951 года в течение трех лет — по март 1954 года. В штате группы состояло, с некоторыми изменениями в промежуточные периоды, в среднем двадцать членов. Имена постоянных шестнадцати членов приводятся в конце этого предисловия.

⁷² RAAG — Research Association of Applied Geometry, японская Исследовательская ассоциация прикладной геометрии. Данный текст был обнаружен в электронном архиве П.Г. Кузнецова. Он представляет собой перевод на русский язык предисловия к кн.: RAAG Memoirs, Volume 1. — Tokyo: Gakujuutsu Bunken Fukuy-kai, 1955. Поскольку RAAG неоднократно упоминается в материалах П.Г. Кузнецова, а на русский язык труды Ассоциации не переводились, составители решили включить данный текст в настоящий том, чтобы читатель получил представление об основных направлениях исследований RAAG.

Необходимо отметить, что при окончательной обработке материала мы воспользовались услугами трех человек, которые не внесены в итоговый список в качестве постоянных членов. Они любезно согласились работать как соавторы при написании одной из статей «Ученых записок», а именно: «Теория полей напряжения». Общая теория полей напряжений, изложенная авторами в этой работе, изучалась ими в течение ряда лет.

В течение трех лет было написано 96 работ. Эти статьи циркулировали между членами Группы в качестве материалов для дискуссии. Их содержание, которое постоянно обсуждалось и пересматривалось, теперь приводится в этом томе «Ученых записок».

Три этапа

Первые программные задания на каждый год из трех лет нашей деятельности были следующие:

I. В первый год (1951-52): изучение местонахождения инженерных проблем, которые должны быть изучены и связаны с базисными концепциями современной геометрии.

II. Второй год (1952-53): детальное изучение геометрической сущности проблем, выбранных для дальнейшего исследования.

III. Третий год (1953-54): выдача новых предсказаний с помощью математических методов и переложение их на язык практических инженерных понятий.

Позднее мы обнаружили, что эти три этапа полностью совпадают со схемой Дж.Л. Синджа, приведенной в заметке К.А. Коулсона «Характер прикладной математики» (вступительная лекция, произнесенная в Оксфордском институте в 1952 году). Профессор Синдж классифицировал исследования в прикладной математике относительно физической проблематики в виде трех стадий:

- а) переход из мира действительности в область математики;
- б) продвижение в области математики;
- в) возврат из мира математики в мир действительности с найденным прогнозом.

Мы только подставили «геометрия» вместо «математика» и «практическая инженерия» вместо «действительный мир». Мы верим, что это не будет ограничением, поскольку как профессор Коулсон, так и другие исследователи считают, что не существует исключений из знаменитого высказывания Платона: «Бог тоже Геометр».

По этой причине наш исследовательский план, как и следовало ожидать, был ориентирован на развитие в целом различных предметных

областей физико-инженерных наук. Однако реальный итог нашей деятельности вылился в изучение следующих, наиболее отчетливо выделяющихся отраслей инженерных знаний:

- А. линейная геометрия и топология сетей;
- В. дифференциальная геометрия инженерных динамических систем;
- С. геометрия деформаций и напряжений;
- Д. неголомомная геометрия пластичности и текучести;
- Е. геометрия наблюдений, связанная со стохастическими явлениями;
- Ф. различные приложения.

Каждый раздел содержит несколько статей, каждую из которых все члены Группы просмотрели и высказали свое мнение, хотя и не все из шестнадцати членов, чьи имена приведены в списке, непосредственно участвовали в написании работ. Вышеуказанные разделы выбраны исключительно для классификации данного проекта публикации. Мы позволили себе некоторое дублирование материалов, чтобы сохранить внутреннюю связь, существующую между отдельными областями инженерных знаний. Редактор считает, что поступил правильно, не поддавшись легкомысленному желанию искоренить подобное дублирование, так как каждое изложение и интерпретация должны быть сравнимы друг с другом и в то же время рассматриваться как независимые работы разных авторов.

Большая часть этих «Ученых записок» состоит из оригинальных работ, которые еще не появлялись в печати, кроме некоторых напечатанных ранее в незавершенном предварительном виде. Кроме того, есть и ряд уже ранее опубликованных работ. Однако их тексты были тщательно перепроверены с тем, чтобы сохранить общность единообразного изложения материала.

Среди большинства тем, помещенных в разделы А – Е, темы раздела Е носят характер предварительной стадии исследования, в то время как части А и В могут рассматриваться как окончательные варианты. Другими словами, последние достигают третьей стадии синджевской классификации, даже принимая во внимание трудности возврата в мир реальности из мира математики. Трудно сказать что-либо столь же определенное по поводу раздела Е, хотя наш интерес к этому разделу несколько не меньше, чем к остальным.

Таким образом, данный том, являющийся первой частью нашего исследования по *единому изучению синтеза геометрических аспектов базисных проблем инженерных наук*, включает разделы А – Д, так как эти части являются в некотором роде неоспоримыми. Содержание тома все

же несколько ограничено, поскольку было необходимо полностью подготовить рукописи в короткий период времени.

Некоторые классические проблемы, описанные в F, также изучались теми или иными членами нашей Группы. Мы видим среди этих тем работы по геометрической оптике, проблеме четырех цветов, теории приводов и других механизмов и теорию практических вычислений. Несмотря на то, что эти предметы уже хорошо разработаны в науке и легко могут быть использованы, они оказались весьма полезны, вот почему мы посвящаем им так много места.

В основном наши усилия были направлены на синджевское погружение в «бурное море» и «плавание» в этом «море геометрии». Иными словами, мы сосредоточили внимание на поиске возможных путей для того, чтобы сдвинуть с мертвой точки общепринятый стиль исследований. Поэтому вполне естественно, что может возникнуть ряд вопросов, касающихся подтверждения отдельных точек зрения, высказанных в этих «Записках», хотя мы и позаботились об этом и, насколько это возможно, не обсуждали ничего слишком уж экстравагантного.

Как правило, возникают проблемы, связанные со вторым этапом. Это вопросы логико-математической строгости. Никто из авторов, представленных здесь, не претендует на абсолютную строгость в их изложениях. Наши статьи неизбежно содержат промахи и недопонимание в той мере, в какой это допустимо в любой оригинальной работе. Более того, наличие промахов может быть особенно заметно именно здесь, поскольку наш труд не является результатом давно законченных исследований, а скорее интуитивно-эвристическим обзорением проблем, подлежащих изучению.

Тензорные обозначения и способ описания

Ясно и понятно, что эти «Ученые записки» не замышлялись как учебник в обычном смысле. Тем не менее, значительное внимание было уделено проблеме, как сделать содержание, возможно более точно передавая смысл статей, более легким для понимания и восприятия. Статья В-1, в которой авторы повторили работу Г. Крона «Нериманова динамика», является одним из примеров нашего стремления следовать этому плану. Вообще авторам было предложено излагать их позиции таким образом, чтобы любое экспериментальное предложение подтверждалось подробными рассуждениями, так что любой читатель с необходимой подготовкой или без нее мог как можно лучше понять авторские мысли и утверждения. «Общее введение» в начале каждого

раздела и предназначено именно для согласования различных частей рассуждений конкретных отдельных авторов. Это поможет вычленил направление исследований, на котором удается достигнуть истинно геометрического метода объединения и, как результат этого объединения, указать существенно общеприкладные математические и технические аспекты, которые проявляются в инженерии столь же отчетливо, как и тензорная символика в чистой математике. Каким же должен быть стиль изложения? Должен ли он иметь обзорный или исследовательский характер? Эти вопросы часто обсуждались членами группы. Если исходить из раздражающе медленного проникновения тензорной методологии в практическую область, то неизбежным окажется первый — описательный подход. В связи с этим возникает, в частности, проблема выбора математического языка и терминологии.

Сначала, как только эта проблема встала перед нами, мы поняли, что необходимо без дебатов выбрать какую-то единую систему тензорных обозначений. В дальнейшем мы, однако, поняли, что какая-то радикальная унификация записи или выбора символики недостижима. И то, что эта тензорная унификация не будет достигнута в рамках этого тома, указывает, скорее всего, на то, что предмет наших исследований чересчур обширен — обширнее, чем нам казалось. Если в будущем мы окажемся в состоянии иным способом приблизиться к решению проблемы тензорной унификации, это будет связано с опытом, приобретенным при написании данной книги о тензорных обозначениях («Ученые записки», том 1).

Беспорядок, который обнаруживается в вопросе с тензорной символикой, относится, по-видимому, хотя и не столь явно, к использованию японцами английского языка, что оборачивается невыгодной стороной, в том числе и в этом томе. Для японских исследователей достаточно трудно сделать выбор между английским и американским вариантами написания, или, соответственно, отдать предпочтение одному из них. Вследствие этого в нашем труде допускается некоторая несогласованность языкового стиля.

Аналогично в некоторых работах употребляется та или иная система тензорных обозначений. Что же касается самих общих предметных областей технических знаний, то здесь мы можем лишь с надеждой взирать в будущее, уповая на непрерывно возрастающую монополию и преимущественность геометрического подхода в любых других системах, которые только могут быть придуманы. Ситуация изменчива, как и прогресс науки. Так что можно, заглядывая в будущее,

заранее солидаризироваться с любым технико-математическим достижением, несмотря на его малость. В силу того, что статьи, с которыми мы имеем здесь дело, находятся на различных стадиях исследования, уровни математических понятий и тензорно-геометрической символики тоже отличаются друг от друга.

Тем не менее, тензорный язык, по нашему мнению, является наиболее подходящим аппаратом, необходимым для объединения, систематизации и ясного изложения физических и инженерных наук. Его полезность будет увеличиваться, если он станет приемлемым не только для унификации в рамках одной темы, но также и для систематизации и унификации различных предметов исследования, для которых сами авторы не предполагали ранее существования каких-либо внутренних связей.

Приложения «Заметки для читателей» и «Таблицы тензорных обозначений» были написаны именно с целью прояснить подобную ситуацию. По этой же причине авторам рекомендовалось не быть ни слишком краткими, ни слишком подробными при написании вводных разделов к предмету исследований. Авторы имели возможность самостоятельно выбрать манеру изложения, исходя только из своего кредо и степени важности исследований соответствующей области. Мы надеемся, что это сбалансирует содержание книги в целом. Однако есть и незаконченные пункты, за которые в ответе только редактор. Это, в частности, следствие того, что некоторые статьи были просмотрены им до того, как они обрели свою окончательную форму, хотя в большинстве таких случаев сам стиль статей сделал невозможным их дальнейшее шлифование.

Планы на будущее

В содержании этого тома проявилось развитие многих новых тенденций. Замышлявшиеся как собрание главных, но независимых результатов оригинальных исследований, выполненных в эти три года, «Ученые записки» будут, вероятно, продолжены, и последовательно появятся тома II и III, когда будет окончательно завершена проводимая в настоящее время работа. Серия исследовательских заметок, первая часть которых, написанная в эти три года, состояла почти из сотни статей, продолжает расти и под названием «Второй серии» циркулирует среди членов первичной организации, получившей название «Исследовательская ассоциация прикладной геометрии в Японии». Эта ассоциация возникла как расширение Группы. Без объявления авторов эти заметки будут и впредь приватно циркулировать среди всех членов, как

это было и ранее. Мы думаем, что «Ученые записки» следует распространить как можно более широко на базе зрелых работ из развитой области прикладной геометрии. Если впоследствии у нас будет возможность публиковать «Ученые записки» раз в год или раз в два года⁷³, сделав это издание интернациональным, то этот том мы будем рассматривать как вводный. В том случае, если ситуация станет столь неблагоприятной, что заставит нас задержать выпуск второго тома на несколько лет, это совсем не будет означать снижения нашей активности. На самом деле мы ожидаем получить исследовательские работы от значительно большего числа авторов⁷⁴, чем это было до настоящего времени.

⁷³ В общей сложности было опубликовано 4 тома «Ученых записок»: в 1955, 1958, 1962 и 1968 гг. — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

⁷⁴ О некоторых наиболее значительных фигурах RAAG (в частности, проф. Кацуо Кондо и проф. Акицугу Кавагучи) и их идеях имеется обзорная статья на английском языке: Croll G.J. The Natural Philosophy of Kazuo Kondo (2006). — URL: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0712/0712.0641.pdf> — *прим. сост. Е.Б. Попова.*