Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»

УрФУ
Высшая
инженерная
школа

ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА? С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА

(общедоступное введение в учение о системах)

2014

Министерство образования и науки
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
Физико-технологический институт
Высшая инженерная школа

Ю.В. Егоров

ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА? С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА

(общедоступное введение в учение о системах)

Екатеринбург, 2014

ББК 87

П 16

Ю.В. Егоров

ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА? С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА
(общедоступное введение в учение о системах)
Екатеринбург: УрФУ, ФТИ, Высшая инженерная школа, ООО «Издательский дом «Ажур», 2014.

ISBN 978-5-91256-242-6

Настоящее издание предназначено в качестве дополнительного пособия для студентов и слушателей курсов повышения квалификации, интересы которых связаны с естественными науками и техникой. Отсутствие специальной математической формализации в тексте делает его доступным для представителей гуманитарных сфер науки, формируя у них (по выражению Н.В. Тимофеева-Ресовского) «ориентировочное знание» для оценки вклада прогрессирующей техносферы в осуществление «диалога с природой».

Библиогр.: 347 назв. Рис. 8 Табл. 2

© УрФУ, 2014

© Егоров Ю.В., 2014

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ 5

1. ПЕРВОЕ ОБСУЖДЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ 8

2. «ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЕ ПИРАМИДЫ» 9

3. ВТОРОЕ ОБСУЖДЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ 14

3.1. СФЕРА. 14

3.2. СОСТАВ, УСТРОЙСТВО, СТРОЕНИЕ, СТРУКТУРА, ВЗАИМОСВЯЗЬ, ОТНОШЕНИЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 16

3.3. ЯВЛЕНИЯ И ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА И ОБМЕНА 22

4. ИСТОКИ УЧЕНИЯ О СИСТЕМАХ 27

5. СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ Л. ФОН БЕРТАЛАНФИ 30

6. «ТЕКТОЛОГИЯ» АЛЕКСАНДРА БОГДАНОВА КАК ПРЕДТЕЧА ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ 38

7. ТРАДИЦИОННЫЕ И СЛОЖИВШИЕСЯ ПОСЛЕ БОГДАНОВА И БЕРТАЛАНФИ ФОРМЫ УЧЕНИЯ О СИСТЕМАХ 39

7.1. ТРАДИЦИОННЫЕ ФОРМЫ 39

7.2. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ И ДРУГИЕ «НАДПРЕДМЕТНЫЕ» УЧЕНИЯ: ИХ МЕСТО В ФИЛОСОФИИ НАУКИ 52

7.3. МЕТОДЫ ОТС: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ. СИСТЕМОТЕХНИКА 67

7.3.1. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД 70

7.3.2. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ 89

7.3.2.1. АНАЛИЗ 90

7.3.2.2.СИНТЕЗ 91

7.3.2.3. СИНЕРГИЗМ 100

7.3.2.4. АНТАГОНИЗМ 115

7.3.3. СИСТЕМОЛОГИЯ И СИСТЕМОТЕХНИКА 120

7.4. СИНЕРГЕТИКА 124

8. ПОСЛЕСЛОВИЕ 127

9. ДОПОЛНЕНИЯ, ПРИМЕЧАНИЯ И ПРИЛОЖЕНИЕ. 127

10. ЛИТЕРАТУРА. 137

ПЕРВОПРОХОДЦЫ И ОСНОВОПОЛОЖНИКИ "СИСТЕМНОГО ДВИЖЕНИЯ" В МЕТОДОЛОГИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ 147

Всякое учение, если оно система, то есть некая совокупность познания, упорядоченная сообразно принципам, называется наукой.

Иммануил Кант

* * *

Мы должны задавать вопрос не о том, едина ли природа, а о том, каким образом она едина.

Анри Пуанкаре

* * *

Термины надо скорее разъяснять, чем строго определять. С каждым понятием в науке, как правило, связано поле значений, сложившихся исторически.

Василий Васильевич Налимов

* * *

…Кто не понимает ничего, кроме химии, тот и её понимает недостаточно.

Георг Кристоф Лихтенберг

* * *

Все люди – философы, даже если они не осознают собственных философских проблем, они по меньшей мере имеют философские предрассудки.

Карл Раймунд Поппер

Предисловие

Автор-составитель данного пособия (в дальнейшем «я») в соответствии с вузовским дипломом инженер-технолог, выпускник кафедры редких металлов ФТФ УПИ (1957 г.). Сейчас она называется кафедрой редких металлов и наноматериалов УрФУ. Обе мои учёные степени относятся к химическим наукам в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Многолетний опыт научной и педагогической деятельности на кафедре радиохимии и прикладной экологии (название было принято в 2009 г.) приобщил меня к обсуждению задач *анализа*, *объяснения* и *предсказания свойств* и *функций сложных природных* и искусственных (*техногенных*) объектов. Слова, выделенные курсивом в последней фразе, представляют собой ряд научных *терминов*, которые только на первый взгляд кажутся изначально понятными, но, тем не менее, требуют подробного истолкования. Наука, к которой я относил себя как инженер-исследователь, называется *радиохимия*, сформировавшаяся после открытия в 1896 г. радиоактивности урана А.А. Беккерелем (1852-1908). В наше время радиохимию рассматривают как раздел физической химии систем, где присутствуют или возникают радиоактивные атомы. Поэтому в заглавии предлагаемого введения «точка зрения инженера-технолога» указана обоснованно.

И ещё несколько слов о заглавии. Вероятно, многие предполагаемые читатели в нём обнаружат почти плагиат, указав на название «небольшой, но содержательной книги» (так её представили редактор и переводчики) австрийского физика-теоретика Эрвина Шрёдингера (1887-1961) «Что такое жизнь? С точки зрения физика» (What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell; несколько другой перевод: «Физический аспект живой клетки») [1]. Не буду оправдываться, но это не плагиат, а следование авторитетным образцам. Например, словосочетание «что делать» (со знаком вопроса и без) в русской литературе (художественной, общественно-политической и экономической) встречается трижды. Или ещё: «Что зовётся мышлением?» (Was heisst denken?) – курс лекций немецкого философа Мартина Хайдеггера (1889-1976) [2]. Но есть некая особенность таких сочинений. Так, Хайдеггер, будучи философом, написал книгу, касающуюся старой философской проблемы, не выходя за пределы своей компетенции. Но Шрёдингер физик-теоретик, а жизнь – биологический феномен. И что же наука может приобрести от подобной межпредметной интервенции? Ну, хорошо: мышление, жизнь, физика – понятия, находящиеся в центре исторически сложившихся наук. А вот «что такое система» – проблема, обсуждаемая не какими-то узкими специалистами в рамках своей профессии, а практически всеми, кто (как сказали бы современные социологи) причисляют себя к «незримому содружеству людей», занимающихся наукой и техникой. Во второй половине прошлого столетия *система* в качестве терминообразующего слова в изобилии появилась в текстах самого разнообразного научного «жанра» – от всех разделов естествознания и техники (технологии) до ряда гуманитарных наук, включая экономику и философию.

Таким образом, слово (понятие, термин) *система* становилось скорее модным, частое и широкое употребление которого намекало на принадлежность некоего высказывания к науке, нежели уточняло многослойный смысл и логику его происхождения. Я, располагая всего лишь опытом экспериментирования в области общей и прикладной радиохимии, будучи инженером-технологом, усвоившим базовые физико-химические знания, безусловно осознаю себя *дилетантом** (см. Приложение) в большинстве других научных направлений, где слово *система* вошло в профессиональный лексикон. Но решил, оставаясь на своём профессиональном «острове», изложить некоторые детали истории использования этого слова в науке и его терминообразующей роли. Вспоминая всякий раз «небольшую, но содержательную книгу» Шрёдингера, я задавал себе вопрос, как в знаменитом анекдоте: «Это что же получается – барону можно, а мне нельзя?..»

Итак, предлагаемое «Введение» составлено для читателей, имеющих естественнонаучное образование, и инженеров, совершенствующих свои знания, умения и навыки, поскольку в наше время невозможно, получив образование в какой-либо одной технической области, участвовать во всемирной гонке, которую социологи, политики и философы именуют «научно-техническим прогрессом». В конце концов надо оправдывать слово (понятие, термин) «инженер», которое можно встретить как в документе об образовании, так и в перечне должностей технического или научно-исследовательского предприятия. Его смысл будет истолкован ниже, а сейчас остановимся на обсуждении слова «термин».

Роль и судьба слов, которые называются *терминами*, в научных текстах весьма различны. Это зависит от происхождения и назначения такого текста. Одно дело – статьи и книги, включающие естественнонаучную информацию, касающуюся физики, химии, биологии, наук и Земле и Космосе, излагаемые (чем дальше, тем больше) с использованием математического языка и строгой формальной логики. Но другое дело – гуманитарные науки, философские трактаты, не говоря уж о художественных, в особенности поэтических, произведениях.

Ричард Фейнман (1918 – 1988; Нобелевский лауреат) говорил, что «физик употребляет обычные слова необычным образом» [3]. А отечественный учёный энциклопедист и философ Василий Васильевич Налимов (1910-1997) заметил, что «… важно знать не просто строгое определение термина (если оно существует), но и все те концепции, которые с ним связаны. <…> Языки науки в какой-то степени организованы так же, как жаргон. В обоих случаях используются слова и грамматика обыденного языка, лишь в небольшой степени вводятся новые специфические термины. Эти новые термины и *новый смысл*, *приписываемый некоторым старым словам* (курсив мой, Ю.Е.),

взятым из словаря обыденного языка, придают сленговым языкам эзотерический характер – они оказываются понятными лишь для группы посвящённых. <…> В отличие от обыденного языка людей язык науки носит значительно более резко выраженный кодовый характер. <…> Представление о коде возникает всегда, когда мы говорим о двух достаточно жестко связанных между собой языках. Один из них, наиболее схематический и однообразный мы называем кодом. Скажем, азбука Морзе будет кодом по отношению к алфавиту нашего обыденного языка» [4].

Вернёмся к обсуждению слова «инженер». Оно заимствовано из немецкого языка в 18-м веке. По-немецки Ingenieur – в сою очередь является заимствованным из французского языка, где ingenieur было образовано с помощью суффикса «-eur» на основе латинского понятия ingenium – «природные склонности, ум, изобретательность, выдумка». Если коротко сказать по-русски, то это «хитроумный».

Недавно в наш язык вошло ещё одно слово – «инжиниринг», пришедшее из английского языка (engineering – инженерное искусство) вместе с суффиксом «-ing», который без спроса проник в русский язык (достаточно вспомнить шоп*инг*, виндсёрф*инг*, консалт*инг*, тренн*инг* и т.д.). Это «форма международных коммерческих связей в области науки и техники; основное направление – предоставление инженерно-консультационных услуг (конструирование, лицензии, ноу-хау и др. на коммерческой основе» [5].

Таким образом, «хитроумие» оказалось востребованным не только во время созидания чего-то нового, отсутствующего в природе до того, как человек стал преобразовывать вещи и вещества, создавая *техносферу* (об этом термине подробнее ниже), но и в последующей коммерческой , т.е. торговой, деятельности, продавая технические изделия (вещи) или технологию их изготовления (идеи, способы, рецепты, что англичане называют «ноу-хау»).

У меня нет промышленно-заводского опыта и, тем более, коммерческих навыков его приложения к реальным жизненным ситуациям. Но я, будучи преподавателем вуза, занимаясь поиском ответов на вопросы и загадки, которые предлагает нам Природа (естественная, культивированная и искусственная), безотносительно к узкой профессии, приобрёл некий опыт в области методологии науки. И решил поделиться им, предполагая, что он может оказаться полезным для любого «хитроумного» деятеля, будь он металлургом, энергетиком, химиком-технологом или строителем. Потому что все они в своей работе встречаются с объектами и событиями, которые в обыденном языке называются *сложными*. Находясь только в рамках представлений узкой профессии, бывает трудно объяснять и понимать эти «сложности». Как заметил ещё Козьма Прутков: «Специалист подобен флюсу: полнота его одностороння».

И в завершение предисловия несколько объяснений и оправданий.

1. В предлагаемом тексте слова, выполняющие роль терминов и словосочетания, нуждающиеся в истолковании смысла, выделены курсивом.

2. В тексте помимо цитат, заключённых в кавычки во избежание обвинений в плагиате, будут встречаться отдельные слова в кавычках, не являющиеся общепризнанными терминами, но выполняющие роль метафор: уж такова сложившаяся у меня привычка, что-то объясняя, опираться на сходство и аналогию. Такой подход к истолкованию сложных проблем мой вузовский учитель Альфред Самойлович Виглин называл «пальцеобразным объяснением».

3. Я, выступая в жанре дилетанта, постарался минимизировать использование математических выражений; во-первых, довольно скупое применение математики Нильсом Бором по сравнению с другими физиками заслуживает уважения и подражания и, во-вторых, как некогда заметил выдающийся физик современности Стивен Хокинг, что каждая включенная в книгу формула вдвое уменьшает число покупателей. Поэтому он решил вообще обходиться без формул, в чем может убедиться каждый, взяв в руки его книги: «Краткая история времени: От большого взрыва до чёрных дыр» (СПб.: Амфора, 2001) и «Чёрные дыры и молодые вселенные» (СПб.: Амфора, 2001). Но дело здесь заключается не в ценовой политике, я не собираюсь торговать своей книжкой, а в желании оправдать её заглавие, где использовано словосочетание «общедоступное введение».

4. В дальнейшем я часто буду не пересказывать, а цитировать тексты авторов, чьи идеи, находки и утверждения достойны упоминания. Таких авторов я называю «первопроходцами».

Пересказывание их мыслей чревато проникновением самоуверенного или ошибочного инакомыслия. Учиться надо у таких предшественников, стараясь понять не то, чего они достигли, а как они к этому шли. Кроме того, при подготовке текстов такого же жанра, как и предлагаемый, т.е. не учебника или научного трактата, а «книги для чтения», я предпочитаю приводить ссылки на русском языке, допуская, что не все читатели полиглоты.

1. ПЕРВОЕ ОБСУЖДЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

Носителю русского языка слово *сложный* должно быть изначально понятно. Тем не менее С.И. Ожегов предлагал три варианта его толкования: 1. Состоящий из нескольких частей, элементов, составной. (*Простое и сложное вещество. Сложное предложение*). 2. Многообразный по составу входящих частей, отношений, связей. (*Машина сложного устройства*). 3.Трудный, запутанный. (*Сложная задача. Сложное положение*) [6].

В результате этого толкования появились слова, в свою очередь воспринимающиеся как научные термины, но тоже требующие объяснения. Это: *элемент(ы), отношение, связь, устройство*.

Словарь современной науки, исторически возникший на основе мёртвых языков прошлого – древнегреческого и латыни, включает ещё два слова: *система* и *комплекс*. Их языковое происхождение различно, но это в сущности синонимы.

1.1. «СИСТЕМА [< гр. systēma (целое), составленное из частей; соединение] – 1) множество закономерно связанных друг с другом элементов (предметов, явлений, взглядов, принципов, знаний и т.д.), представляющее собой определённое целостное образование, единство; 2) порядок, обусловленный планомерным, правильным расположением частей в определенной связи, строгой последовательностью действий, напр. с. в работе; принятый, установившийся распорядок чего-л.; 3) форма, способ устройства, организации чего-л., напр. государственная с., избирательная с.; 4) общественный строй, напр. капиталистическая с.; 5) совокупность хозяйственных единиц, учреждений, родственных по своим задачам и организационно объединенных в единое целое, напр., с. здравоохранения, а также совокупность сооружений, машин, механизмов, служащих единой цели, нац. оросительная с., энергетическая с.; 6) совокупность тканей, органов, их частей, представляющих собой определённое единство и связанных общей функцией, напр., нервная с., сердечно-сосудистая с., 7) техническое устройство, конструкция, напр., самолёт новой системы; 8) *геол*. горные породы, образовавшиеся в течение геологического *периода*; каждая с. подразделяется на геологические отделы и ярусы; 9) кристаллографическая с. – то же, что *сингония*; 10) в *метрологии* – система единиц – совокупность основных и производных единиц физ. величин, позволяющая выразить результаты измерений в количественной форме» [7, с. 562].»

1.2. «КОМПЛЕКС [<лат. complexus связь, сочетание] – совокупность, сочетание предметов, действий, явлений или свойств, составляющих одно целое [7, с. 295].»

В приведённых объясняющих текстах были в роли терминов использованы слова – *состав* (*составной*), *связь*, *отношение*, *элементы(ы)*, *порядок*, *устройство*, *структура*, *свойство*, *функция*. С их помощью выстраивалось понимание того, что такое *система* как единство *части* и *целого* [8, 9].

В современной научной и технической литературе (не будем касаться философских текстов) термин *система* чаще всего встречается в следующих словосочетаниях: *общая теория систем*, *системный анализ*, *системный подход*, *системные исследования*, *системология*, *системотехника*, *систематика*. Если, например, обратиться к «пожилой» советской справочной литературе, то обнаружится совершенно иное отношение к терминообразующему слову *система*. Так, в 51-м томе первого издания БСЭ (М.: ОГИЗ РСФСР, 1945. С. 218 и сл.) есть только следующие статьи: система геологическая (совокупность отложений горных пород и т.д.); система единиц (совокупность эталонных величин и т.д.); систематика (наука, изучающая организмы с точки зрения их сходства и различия); системы кристаллографические; системы мира (теории строения мировых систем, касающиеся по преимуществу вопросов, связанных с объяснением видимых движений тел солнечной системы и т.д.).

Очевидно, что интерес к этому слову и вышеперечисленным терминам, которые он породил, возник только во второй половине XX столетия, о чём свидетельствует статья В.Н. Садовского в 23-м томе третьего издания БСЭ (М.: «Советская энциклопедия», 1976. С. 463). В ней указано: «Претерпев длительную историческую эволюцию, понятие *система* с середины 20 в. становится одним из ключевых философско-методологических и специально-научных понятий. В современном научно-техническом знании разработка проблематики, связанной с исследованием и конструированием систем разного рода, проводится в рамках системного подхода, общей теории систем, различных специальных теорий систем, в кибернетике, системотехнике, системном анализе и т.д.».

Относясь к этому тексту серьёзно, без всякой иронии, я считаю, что в нём немаловажную роль играет « и т.д.», как указание на то, что процесс распространения и уточнения смысла этого термина будет продолжаться.

2. «ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЕ ПИРАМИДЫ»

Науки в рамках логики вопросов и ответов подразделяются на:

1. естественные (ответ на вопрос «что является *предметом* познания»: внешний мир, природа в целом, космос) и гуманитарные (внутренний духовный и ментальный мир человека и общества);
2. фундаментальные (ответ на вопрос «что является *целью* познания»: приращение знания, обобщение, проверка истинности) и прикладные (применение на практике, обеспечение техники);
3. экспериментальные (ответ на вопрос: «каким *методом* осуществляется приращение знания»: эмпирическим наблюдением и постановкой опытов) и теоретические (умозаключениями в рамках логики) [10].

В этой классификации возможны внутренние пересечения. Так, естественные науки, например, физика или химия, могут быть одновременно фундаментальными и экспериментальными или фундаментальными и теоретическими и т.д. (Гуманитарные науки оставим вне обсуждения). Именно так обычно выстраиваются классификационные «пирамиды» в разных сферах человеческих интересов и деятельности. Например, дореволюционный Табель о рангах включал перечень гражданских чинов от коллежского регистратора до канцлера (14 классов) или в современной российской армии тоже существует «лестница ступеней» от рядового до маршала. Если не уходить далеко в сторону, то полезно обратиться к «пирамиде» естественных наук, приведённой в книге «Наука о живом» [11] английского биолога, Нобелевского лауреата Питера Брайна Медавара, написанной вместе с его женой Джин Медавар. Они предлагают изображать иерархию эмпирических наук следующим образом:

экология/социология
биология организмов
химия
физика

Они пишут: «В этой иерархической таблице каждая из наук в определенном смысле представляет собой частный случай науки, находящейся ниже, и что любое утверждение, «истинное» и «имеющее смысл» для каждой из этих наук, истинно и имеет смысл для каждой науки, находящейся в списке выше её. Каждая физическая истина о поведении атомов истинна и для химии, и всё, что истинно для физики и химии, истинно также для биологии и социологии; равным образом как бы ни были специализированы человеческие взаимоотношения, создающие общество, биологические «законы» всё равно остаются в силе: людям всё равно нужно есть, дышать, спать и размножаться. Однако если какой-то закон *верен* для вышестоящей науки, это ещё вовсе не означает, будто он *интересен* и *важен* для нижестоящей (курсив мой – Ю.Е.). Как для социологии, так и для физики одинаково истинно обобщение, что многие элементы существуют в различных изотопных формах. «Ну и что из этого?» – спросит социолог или политик. Ответ может гласить, что это тот же род истины, который приобретает важность лишь в определённых условиях, – например, способность определенных изотопов урана рас-

падаться может изменить историю мира» [11]. (Текст нуждается в небольшом замечании. В нём предложена иерархия *эмпирических* наук. Но подобный подход пригоден не только по отношению к *эмпирическим*, но и к *теоретическим* наукам, т.к. существует теоретическая физика и предъявляет свои права теоретическая биология).

Далеко не каждую систему можно назвать иерархической ([гр. hierarchia < hieros священный + archē власть] – 1) расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему; 2) расположение служебных званий, чинов в порядке их подчинения, иерархическая лестница). Например, пирамида Медоваров иерархическая, если под «высшей» ступенью понимать сумму положений, идей и высказываний, от которых нельзя отказаться на «низшем» уровне. Путь мышления, называемый диалектическим, пролегает от всеобщего к частному, от абстрактного к конкретному. Но есть много примеров сложных объектов, где иерархия в рассмотренном случае не проявляется. Так, куча песка или гороха более сложный объект, нежели каждая песчинка или горошина. Понятийную пирамиду здесь усмотреть сложно, но очевидны два уровня: часть (песчинка, горошина) и целое – куча. Хотя при возникновении кучи виден путь гегелевской идеи: «Количество, пройдя в диалектическом движении через свои моменты, оказалось возвращением к качеству». Куча приобрела некие новые черты и признаки, т.е. качество, отсутствующее у песчинок и горошин. Форма кучи чаще всего напоминает конус, который характеризуется высотой и углом откоса. Возникает также понятие «прозорности» и «насыпного веса». Эти качественные признаки кучи в известной степени связаны с особенностями поверхности песчинок и гороха – степенью отклонения от сферической идеальности и шероховатостью. Но установить момент возникновения кучи во время роста числа её «элементов» крайне сложно. Внутри иерархической системы после её появления и последующего достраивания могут образовываться новые «связи и пересечения», требующие расширения и переосмысления уже сложившейся терминологии. Так рождаются новые понятия, которые входят в научный язык через жёсткий фильтр «бритвы Оккама» (лат. Entia non sunt multiplicianda praeter necessitatem. – Сущности не следует умножать без необходимости).

В системе естественных наук исторически возникали *межпредметные* учения вследствие естественной тенденции самодвижения – дифференциации и интеграции научных знаний. Можно предложить их перечень, помня, что *объект* и *метод* являются главными атрибутами науки.

1) Науки, различающиеся по объектам (предметам) изучения, но тяготеющие к общему методу. Например, *биохимия*, *агрохимия*, *геохимия*, *космохимия*. Такие науки в полной мере используют язык, терминологию, закономерности и концепции *общей химии* (в первую очередь это относится к процессам химического превращения веществ), но направлены по разным «адресам»: живая материя, земная кора, космос.

2) Науки, возникшие в результате применения новых (заимствованных, перенесённых) методов исследования к традиционным процессам (явлениям, феноменам). Например, наряду *с физической химией* существует *химическая физика*, хотя некоторые считают, что это синонимы. Здесь не место обсуждать особенности их различия, но оба эти учения объясняют химические явления и процессы, устанавливают их общие закономерности на основе принципов и языка физики – термодинамики, квантовой механики, физической кинетики, физический статистики и др. То есть в данном случае физические концепции распространяются не на объект или субстанцию (живое вещество, Земля и др.), а на процесс, явление (реакция синтеза или распада, природа возникновения химической связи и др.). Когда процессы, требующие физико-химического подхода рассматриваются в объектах, относимых к другим областям знания (например, по В.И. Вернадскому в «живом веществе»), то для их изучения обособляется самостоятельное научное направление. Так возникают науки «тройного пересечения»: *физическая биохимия*, *биогеохимия*, *биоэлектрохимия*, *физико-химическая механика*, *физико-химическая гидродинамика* и т.п. Причём эти пересечения не всегда претендуют на роль самостоятельной науки, а иногда речь идёт лишь о частных аспектах, о решении узких проблем, например, «*физико-химические основы радиобиологических процессов*».

3) Особую роль в научных текстах играет *математизация* знания. Математику не следует относить к естественным наукам. Дж. В. Гиббс некогда сказал: «Математика – это язык». Её

проникновение во все разделы естествознания и даже в гуманитарные науки совершенствует методы исследования (упорядочение фактов, их описание, сравнение, объяснение, предсказание); порождает метрологию, научную дисциплину, занимающуюся установлением единиц измерения, созданием эталонов единиц и разработкой методик точных измерений. Тем не менее математика не изменяет объекта «обслуживаемой» науки. Здесь нелишне напомнить, что математика наряду с логикой входит в состав комплекса научных теорий, называемого *семиотикой* или *семиологией* [гр. sēmeiotikē учение о знаках]. Этот раздел знаний изучает различные свойства знаковых систем, куда в наше время относят естественный, разговорный язык, языки программирования, физическую и химическую символику, логические и математические исчисления и др.

«На вопрос «что такое математика?» невозможно дать обстоятельный ответ на основе одних лишь только философских обобщений, семантических определений или с помощью обтекаемого газетно-журнального многословия. Так же как нельзя дать общее определение музыке или живописи: никто не может оценить эти виды искусства, не понимая, что такое ритм, гармония и строй в музыке или форма, цвет и композиция в живописи. Для понимания же сути математики ещё в большей степени необходимо подлинное проникновение в составляющие её элементы. <…> Часто говорят, что цель математики – последовательное абстрагирование, логически строгая аксиоматическая дедукция и последующее ещё более широкое обобщение. Такая характеристика содержит лишь долю правды, поскольку она ограничивается однобоким, а порой и карикатурным изображением действительности. Прежде всего математика никак не владеет монополией на абстракцию. Понятие массы, скорости, силы, напряжения, тока – всё это абстрактные идеализации физической реальности. Так что такие математические понятия, как точка, пространство, число и функция, едва ли много более абстрактны» [12, 13].

Современные естественные науки связаны с изучением как эмпирических, так и абстрактных предметов. Вот мнение нашего философа, логика и социолога Александра Александровича Зиновьева (1922-2006), говорившего, что эмпирические предметы, поскольку они «… ощущаются, воспринимаются, наблюдаются и т.д. исследователем, т.е. воздействуют на чувственный аппарат отражения исследователя, суть эмпирические предметы. Они существуют в определённое время и в определённых областях пространства, возникают, изменяются и разрушаются, воздействуют друг на друга и т.п. Короче говоря, к ним относится всё то, что можно в общей форме сказать о содержании исследовательской деятельности людей». Рассматривая абстрактные предметы, он указывал, что «… исследователь может принять решение не учитывать какие-то признаки изучаемых предметов или принимать во внимание только некоторые определенные их признаки. Это решение может быть реализовано путём выбора подходящей ситуации исследования или путём искусственного создания её. При этом, однако, изучаемые предметы остаются эмпирическими предметами, взятыми лишь в особых условиях.

Иначе обстоит дело, если принимается решение отвлечься от таких признаков предметов, без которых эмпирические предметы не могут существовать. Например, исследователь решает не принимать во внимание размеры и форму физических тел при рассмотрении их перемещения, допуская, что эти тела не имеют пространственных размеров (суть «материальные точки»). Реализацией такого решения является допущение особых предметов, называемых абстрактными, или идеальными. Такие предметы не существуют эмпирически по самому характеру их допущения. И исследование их уже не будет процессом наблюдения. Это будет процесс отыскания подходящих определений и аксиом (постулатов) и дедуцирования из них нужных следствий» [14, с. 54].

4) Кроме интеграционных тенденций *междисциплинарного* характера (не будем касаться здесь только что обсужденной универсальной роли математики) отдельного рассмотрения заслуживают интеграционные процессы нового типа. Их можно было бы назвать «наддисциплинарными», поскольку такое обобщение специальных (частных) научных концепций (т.е. межпредметная интеграция) происходит одновременно с усвоением более абстрактного языка описания и переходом на *метаязыковой уровень*. Эти черты научной методологии появились в основном в XX веке в связи с изучением и описанием сложно организованных и сложно функционирующих объектов. Помимо

механических устройств в техническую сферу деятельности человечества стали включаться аппараты и приборы, работающие на основе явлений и процессов, относящихся к электрофизике (в широком смысле этого слова), оптоэлектронике, электрохимии, ядерной физике и ядерной химии, радиотехнике и др. Вещи и вещества «рукотворного» происхождения составляют *техносферу*, которая возникла, пребывает и развивается на Земле (а теперь уже и в ближнем Космосе). Любой объект техносферы имеет более или менее конкретную историю своего возникновения: он всегда связан с деятельностью человечества, чего не скажешь о естественноприродных телах. Одно дело – бронза, чугун, сталь и её разновидности, но другое – полиметаллическая руда, которая возникла в земной коре без участия человека. Каждый техносферный объект создавался и создаётся с определенной целью. Если не вдаваться в подробности, то можно назвать две основных цели назначения этих объектов. Из них первая и главная – обеспечение рационального природопользования, что включает в себя охрану человека и окружающей его среды. Эти объекты и устройства предназначены для преобразования вещей, веществ и энергии, что в итоге создаёт облегчение, удобство, защиту, комфорт жизнедеятельности. Но другая цель прямо не связана с теми или иными технологиями (машиностроение, электротехника, транспорт и т.п.). Она вызывается потребностью получать, использовать, расширять и углублять информацию об окружающем человека мире в самом широком смысле этого слова – от «первозданной» природы (Первой), культивированной (Второй) до техносферы (Третьей) [15, с. 404]. Эту область деятельности и соответствующую научную дисциплину стали называть *аналитикой* (см, например, обзор [16]). В указанном обзоре предмет и задачи аналитики определены следующим образом: «Аналитика как научная дисциплина занимается получением информации о вещественных системах, а именно о природе и числе составных частей, включая сведения об их пространственном строении и локальном распределении и изменении во времени, а также разработкой необходимых для этой цели методик».

В настоящее время этот вид деятельности неосуществим без применения инструментов аналитического назначения. Но эти инструменты – не природные объекты, а специальные устройства, которые надо сперва сделать. Процедура их изготовления в основных чертах совпадает с общетехнологическими приёмами преобразования вещества. Как кувалда, так и микроскоп содержат металлические части, приёмы изготовления которых излагаются в учебниках по физике твердого тела, металловедению, сопротивлению материалов и т.д. Но назначение в корне различное. С помощью кувалды можно изменять только форму металлических изделий – ковать подковы или, как в старину, делать холодное оружие и др. Микроскопом никакое вещество невозможно преобразовать, т.е. изменить его внешние и внутренние черты и свойства, хотя можно, например, забивать гвозди, если у него прочная подставка.

Микроскоп – инструмент аналитики. Её цель – предоставление качественной и количественной информации о материальных объектах (компонентная аналитика), о временно́м изменении различных характеристик их состава на молекулярном уровне (молекулярно-динамический анализ) и на *структурном* языке. Микроскоп – это, пожалуй, исторически самый первый прибор, открывший нам микромир. Но в настоящее время помимо оптических приборов, преобразующих потоки видимого света, существуют устройства, связанные с электромагнитными излучениями практически любой длины волны, с потоками элементарных частиц, с электрохимическими эффектами и др.

* * *

Чтобы не утонуть в терминологическом потоке (основные термины подробнее обсудим ниже), вернёмся к рассмотрению «наддисциплинарного» уровня научной интеграции, ориентируясь пока на естественные науки. На этом уровне используются предельно абстрактные понятия общего характера. Это можно показать на примере, а именно, – как вырастает «наддисциплинарный» принцип из обобщения в рамках конкретной традиционной науки.

Принцип Ле Шателье – Брауна хорошо известен всем, кто изучал физику и химию. Предтечей упомянутых учёных следует считать голландского физико-химика Якоба Гендрика Вант-Гоффа (1852-1911), первого Нобелевского лауреата по химии, который, обсуждая смещение материального равновесия с температурой, сформулировал принцип подвижного равновесия: «Каждое равновесие между двумя различными состояниями вещества (системами) смещается при понижении температуры в сторону той из двух систем, при об-

разовании которой выделяется теплота. Эта формула, несмотря на краткость, достаточно универсальна. Она прежде всего охватывает и химические, и физические равновесия, указывает затем результаты как понижения, так и повышения температуры» [17].

В дальнейшем в общем виде принцип смещения в зависимости от *внешних факторов* (а не только от температуры) был установлен французским физикохимиком и металловедом Анри Луи Ле Шателье (1850-1936) и термодинамически обоснован немецким физиком Карлом Брауном (1850-1918), который показал, что принцип Ле Шателье есть следствие второго закона термодинамики (будем считать, что читатель с этим законом знаком). Исторически в этом принципе была усмотрена аналогия с правилом Ленца: индукционный ток в контуре направлен так, что создаваемый им поток магнитной индукции через поверхность, ограниченную контуром, стремится препятствовать тому изменению потока, которое вызывает данный ток.

Проявление этого принципа в физико-химических системах с участием химических реакций и без них позволило рассматривать его в рамках самых общих представлений физической статистики применительно к *замкнутой системе* (это ещё один термин, требующий истолкования; но об этом ниже), состоящей из среды и погружённого в неё тела: «Внешнее воздействие, выводящее тело из равновесия, стимулирует в нем процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия» [18].

Наконец, чтобы не было разночтений в понимании смысла терминов «тело» и «среда», остановимся на предельно обобщённой формулировке этого принципа: «Внешнее воздействие, выводящее *систему* из равновесия, стимулирует в ней процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия» [19]. В этом высказывании нет ни одного термина, входящего в собственно физический, химический или биологический лексикон. Здесь употребимы понятия обыденного языка, т.е. «надпредметного» уровня, но именно они и вошли в обязательный словарь всех учений, связанных с понятием «система».

Таким образом, предельно расширенное понимание принципа Ле Шателье – Брауна, обнаруживающее тенденции в динамике сложных систем, служит источником аналогий, которые очень продуктивны в развитии и обобщении знаний, относящихся к этим системам.

Можно привести ещё один пример «надпредметного» обобщения при рассмотрении общепонятного термина «урожайность» некоей сельскохозяйственной культуры. Это комплексная характеристика – она и количественная (сколько центнеров на один га) и качественная (есть свои показатели питательной ценности). В то же время важно знать и скорость достижения товарного уровня качества фруктов и овощей, т.к. их выращивание зависит от климатических условий сельскохозяйственного региона. В этом случае удобнее всего использовать ещё один обобщающий абстрактный термин – «биологическая активность» или «интенсивность жизнедеятельности» и рассматривать внешние факторы воздействия на тот или иной вид (сорт) сельскохозяйственной культуры.

Немецкий химик Юстус Либих (1803-1873), будучи одним из основоположников агрохимии, изучал влияние концентрации ряда химических элементов, содержащихся в почве, на величину урожая. В частности он рассматривал роль калия, азота и фосфора. Интуитивное представление о существовании более плодородных и менее плодородных почв сложилось в далёком прошлом задолго до развития химии как науки о свойствах элементов и их соединений. Либих обратил внимание на то, что интервал концентраций каждого из этих элементов, соответствующий оптимальной урожайности конкретной культуры, тоже конкретен. Но если концентрация окажется меньше оптимальной, то урожайность этой культуры будет падать. Он также заметил, что величина урожая определяется количеством в почве того из элементов, потребность растения в котором удовлетворена меньше всего, т.е. он находится в минимальном количестве («закон минимума»). По мере повышения его концентрации, урожай станет возрастать до тех пор, пока не обозначится, как находящийся в минимуме, другой элемент.

В последующем американский зоолог Виктор Шелфорд (1877-1968) высказал идею о лимитирующем влиянии и максимального значения фактора (в рассматриваемом случае – концентрации). Он же сформулировал и более общий «закон толерантности», совершив ещё несколько шагов в сторону расширения списка факторов, влияющих на «интенсивность жизнедеятельности». Но прежде всего уточним смысл понятия «фактор»: «В самом широком смысле слова это движущая сила процессов или условие, влияющее на них, существенное

обстоятельство в каком-либо процессе, явлении.» [15, с. 541]. Кроме того, если Либих рассматривал роль только трёх упомянутых элементов, то позже выяснилось влияние ряда других элементов, например, бора и молибдена. А также, если рассматривать факторы не только химического происхождения, включая в их перечень и физические термины, например, температуру, влажность, освещённость и т.п., то проясняется смысл закона Шелфорда, в формулировке которого используются термины более абстрактного, общего, «надпредметного» характера, нежели ботанические и химические понятия в законе Либиха.

Вот «закон толерантности» Шелфорда: «Лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору».

В этом случае произошёл подъём на более высокий уровень пирамиды эмпирических наук Медаваров – от биологического до экологического. А экология, если вспомнить её первое определение немецким учёным дарвинистом Эрнестом Геккелем (1834-1919), «… является наукой об отношениях организмов к окружающей среде, куда мы относим в широком смысле *все условия существования*. Они частично органической, частично неорганической природы. <…> К неорганическим условиям, во-первых относятся физические и химические свойства их местообитаний – климат (свет, тепло, влажность и атмосферное электричество), неорганическая пища, состав воды и почвы и т.д.» [20]. Или современная более обобщённая формулировка: «Экология – наука о связях живых организмов и их систем с окружающей средой безотносительно к природе этих связей».

В наше время именно на примере экологических обобщений и закономерностей можно продемонстрировать продуктивность системного мышления, если не сводить эту науку к частным прикладным целям, которые заслуживают названия «мусорологии».

Таким образом, два рассмотренных выше примера прохождения обобщающих мысленных операций от наблюдения частных и конкретных процессов до «надпредметного» и более абстрактного их описания вызывают необходимость более подробного истолкования терминов, которые только на первый взгляд кажутся общепонятными. Но, по словам Флобера, «то, что понимают плохо, часто пытаются объяснить с помощью слов, которых не понимают вовсе». Я постараюсь такого финала избежать.

3. ВТОРОЕ ОБСУЖДЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

3.1. СФЕРА.

Сфера [< гр. sphaira шар]. Изначально это геометрический термин – поверхность шара; геометрическое место точек равно удалённых от одной определенной точки, называемой центром. В естественных и гуманитарных науках это понятие используется в метафорическом (переносном) смысле как некая небесконечная область, содержащая что-либо и (или) в которой нечто распространяется; общественное окружение, среда.

Так, в физической географии и экологии понятие «сфера» является терминообразующим. Различают концентрические, сплошные или прерывистые оболочки Земли, характеризуемые особенными физическими свойствами и химическим составом: в направлении от периферии к центру обособляют магнитосферу, атмосферу, гидросферу, собственно земную кору (литосферу), мантию, а под ней ядро Земли. Наряду с этим используется также термин *биосфера*, являющийся ключевым во всех науках о Земле (физическая география, метеорология, почвоведение, геология, экология и др.). Впервые этот термин появился в книге австрийского геолога Эдуарда Зюсса «Лик Земли», где он изложил итоги региональных исследований на начало XX века, но уже в 1926 г. в труде «Биосфера» В.И. Вернадский раскрыл основополагающую геологическую роль живых организмов («живого вещества») как фактора планетарного масштаба в создании газового состава атмосферы, в формировании осадочных горных пород, вод Земли.

Биосфера по Вернадскому – «область земной коры, занятая жизнью». Эта область охватывает атмосферу до высоты озонового экрана (20-25 км), верхнюю часть литосферы, включающую почву (педосферу) и всю гидросферу, включая ледники.

Таким образом, описание свойств биосферы «в целом» представляется сложной задачей вследствие необходимости обращаться к фактам и обобщениям, которые традиционно относятся к разным эмпирическим наукам, составляющим *естествознание*. Поэтому при изучении такого сложного объекта оправдал себя подход, заключающийся в исследовании объектов обозримого размера, в предположении, что из их «мозаичного» соединения и состоит биосфера. Таким «мозаичным блоком», «ячейкой» биосферы, в настоящее время считают *экосистему*. Это понятие было введено в научный лексикон английским ботаником Артуром Тенсли (1871-1955) в 1935 г. Самое короткое его определение (и поэтому менее конкретное) дал Чарльз Эдамс (США, 1837-1931): «Любая часть жизни, взаимодействующая со своим окружением называется экологической системой». В таком случае биосфера представляет собой единство всех экосистем.

Если понимать под «частью жизни» или примером «живого вещества» некий объект, который можно обособленно изучать, то можно и в этом случае пойти по пути построения «терминологической пирамиды», подобной пирамиде Медаваров, но рассматривать при этом не традиционно сложившиеся науки, а иерархию именно этих объектов. В настоящее время существование *генов* как функционально неделимых единиц, составляющих основу «живого вещества», не подвергается сомнению. Соответствующую иерархию можно представить следующим образом, расположив её не пирамидально, а горизонтально:

ген – клетка – орган – организм – популяция – сообщество

Здесь можно условно выделить три блока, которые соответствуют традиционным наукам. Первый блок включает комплекс частных направлений интенсивно развивающейся генетики (Генетика человека и животных, растений, микроорганизмов; цитогенетика, молекулярная генетика, генная инженерия и др.). Второй блок в широком смысле слова относится к биологии в её привычном, классическом понимании. Сложные объекты третьего блока уже относятся к экологии, которая и в пирамиде Медаваров располагается выше биологии организмов.

Если вернуться к идее Геккеля и рассмотреть иерархию «живого вещества» (или «биотический спектр») во всех взаимосвязях организмов с окружающей их средой, *безотносительно к природе этих связей*, то можно предложить иерархию живых («биотических») систем:

Биотические компоненты	Гены	Клетки	Ткани	Органы	Организмы	Популяции	Сообщества
плюс	⇕	⇕	⇕	⇕	⇕	⇕	⇕
Абиотические компоненты	Вещество						Энергия
равняется	=	=	=	=	=	=	=
Биосистемы	Генетические системы	Клеточные системы	Тканевые системы	Системы органов	Системы организмов	Популяционные системы	Экосистемы

Чтобы избежать разночтений, не умножая терминологию без необходимости, всё-таки следует упомянуть, что наряду с понятием экосистема, введённым Тенсли, в мировой экологической литературе используется термин *биогеоценоз*, являющийся расширением понятия *биоценоз*, введённого немецким зоологом Карлом Мёбиусом ещё в 1977 г. (гр. bios жизнь, gē земля, koinos общий). Этот термин, БГЦ (или в немецкоязычной литературе *геобиоценоз*), впервые введённый в экологию советским академиком Владимиром Николаевичем Сукачёвым (1880-1967), общепризнан мировым научным сообществом и используется наряду с экосистемой Тенсли. Некоторые смысловые детали в этих понятиях не совпадают и нередко обсуждаются, но в широком смысле слова это синонимы.

Всякая конкретная экосистема воспринимается путем непосредственного наблюдения с помощью органов чувств и последующего фактологического описания. Простой пример –

озеро, на которое можно просто указать рукой. Безусловно, это экосистема, сложный (комплексный) природный объект. В этом случае удобнее воспользоваться сукачёвской классификацией, рассматривающей БГЦ, состоящим из *биоценоза* (термин Мёбиуса, обсужденный выше) и *биотопа* (гр. topos место), объектами и факторами неживого окружения, среды, в которую вмещён биоценоз. Это все абиотические составляющие, формирующие взаимосвязи живого вещества с косным (неживым) веществом, энергией и всеми другими неживыми по происхождению факторами, включая само пространство, где эти факторы проявляются. Понятнее не скажешь, чем это сделал Сукачёв:

«Биогеоценоз – это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, почвы и гидрологических условий, растительности, животного мира и мира микроорганизмов), имеющая свою, особую специфику взаимодействий этих слагающих её компонентов и определённый тип обмена веществом и энергией их между собой и другими явлениями природы и представляющая собой внутреннее противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии». [21].

Таким образом, любая экосистема (или БГЦ) представляет собой «диалектическое единство» двух *подсистем* (будем так называть детали, составные части любых систем) – живой и косной. И та, и другая подсистема детально классифицированы, но это составляет область интересов конкретных естественных наук. В данном случае важно понять, что любая система безотносительно к её происхождению может быть представлена как иерархическая пирамида подсистем. При этом она сама может представлять собой подсистему, входящую в иерархически более высокую систему, называемую *надсистемой*. Так, планета Земля – это иерархия геосфер, а её верхняя оболочка – биосфера, рассматриваемая как экосистема. Но в то же время Земля – всего лишь рядовая участница, подсистема более сложного природного объекта – Солнечной системы, которая в свою очередь сама находится где-то на периферии одной из рядовых галактик Космоса.

Поэтому, обсуждая свойства любой естественной системы, нужно начинать с установления её места в иерархической пирамиде, понимая её всего лишь как подсистему в составе системы более высокого ранга.

3.2. СОСТАВ, УСТРОЙСТВО, СТРОЕНИЕ, СТРУКТУРА, ВЗАИМОСВЯЗЬ, ОТНОШЕНИЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Любая система состоит из подсистем в общем случае разной природы. С одной стороны, это может быть естественная система, например, озеро (БГЦ, его подсистемы обсуждены выше) или изверженная горная порода, включающая несколько минералов, например, гранит. Но, с другой стороны, в рамках *техносферы* с возрастающей скоростью людьми создаются искусственные сложные объекты, обладающие основными признаками системы. А сама техносфера – всего лишь часть биосферы, изменённая руками и разумом человечества, преобразованная в искусственные объекты (дороги, гидротехнические сооружения, механизмы, транспортные средства, средства связи и т.п.).

Будем называть *составом* всякой системы перечень её подсистем, не забывая, впрочем, что и любая подсистема может рассматриваться в свою очередь как иерархическая пирамида.

Обсудим этот термин (*состав*), рассматривая примеры из области биологической и экологической тематики, которая хорошо освещена в современных школьных программах.

Так, озеро, будучи экосистемой, включает в свой состав биоту, «живое вещество», объединенное общей областью (сферой) распространения, которую экологи подразделяют на *фитоценоз* (гр. phyton растение) – сумму растительных организмов, *зооценоз* (гр. zōon животное), *микрофлору* (совокупность одноклеточных организмов) и представителей царства грибов, обособляемых в настоящее время от царства флоры. Микология (гр. mykēs гриб) – наука, изучающая грибы, в частности, различные виды плесени. Биотические системы, входящие в состав этого списка, исторически изучались и продолжают изучаться методами классического естествознания. Расширение и углубление знаний об этих системах выявляет разнообразные и прежде неизвестные «детали» их состава, на основе чего выстраивается понимание свойств этих объектов и процессов с их участием. Ни в создании этих «деталей», ни в управлении упомянутыми процессами человек не участвует, занимаясь только аналитическим познанием. Так, например, родилась генетика как наука. Её возникновение связывают с рядом выдающихся исследователей, начиная

с Грегора Иоганна Менделя (1822-1884), Вильгельма Людвига Иогансена (1857-1927), Томаса Гента Моргана (1866-1945), Августа Вейсмана (1834-1914) и др. История вхождения термина *ген* (как некоей «детали» живого вещества) весьма поучительна. Трагикомедия, связанная с толкованием сути этого объекта, разыгравшаяся в нашей стране в послевоенные годы, очень поучительна. Вот хотя бы две цитаты из официальных изданий. «Ген, мифическая элементарная частица «вещества наследственности», приписываемая морганистами живой природе» [22, с. 403]. И ещё: «Существуют две генетики – мичуринская и вейсманистская… Мичуринская генетика … рассматривает организм как единое целое, признаёт единство организма и условий его жизни и наследуемость свойств, приобретаемых организмом под воздействием последних. … Вейсманистская генетика … вопреки науке, различает в организме сому (собственно тело) и целое автономное «наследственное вещество», якобы независимое в своих свойствах от условий развития организма» [Там же, с.405].

Такие взгляды признавались верными ещё в 1953 году (кстати, это год смерти И.В. Сталина, разделявшего это мнение). Но вот выдержка из относительно нового издания: «Ген … участок молекулы ДНК (у некоторых вирусов РНК), кодирующих первичную структуру полипептида, молекулы транспортной или рибосомальной РНК или взаимодействующей с регуляторным белком» [23, с. 122]. И ещё: «Идеи и методы генетики находят применение во всех областях человеческой деятельности, связанной с живыми организмами» [Там же, с. 123]. Ген стал терминообразующим понятием: геном, генотип, генофонд и др., а в генетике возникли новые не каждому дилетанту понятные специальные термины: аллель, гомозиготность, гетерозиготность и т.д. Так, например, знаменитый австрийский физик Эрвин Шрёдингер (1887-1961) в своей книге «Что такое жизнь? С точки зрения физика» предложил следующее определение: «рецессивный аллель влияет на фенотип, только когда генотип гомозиготен» [1, с.43]. Как говорится, sapienti sat (лат. мудрый поймет) и теперь последователи Лысенко перестали поносить «вейсманистов-морганистов» и сели изучать пособия по генетике.

Кроме естественных сложных объектов, изучаемых биологами, геологами, космологами и др., современная техносфера включает множество систем, созданных руками человека – устройства, приборы и аппараты, обеспечивающие все процессы инженерной деятельности и использующие достижения электротехники, радиотехники, радиоэлектроники и т.п., а в последние годы – нанотехнологии. В этом случае анализ иерархии подсистем не связан с поиском неких скрытых и неведомых «деталей», наподобие гена. Иерархия искусственной системы *изначально* ясна её создателю, конструктору.

Однако установление состава естественных систем аналитическими методами или изначальное его знание, которым располагает конструктор, ещё далеко недостаточны для объяснения и понимания всех явлений, присущих изучаемой системе. Поэтому помимо состава следует знать и её *устройство*, – ещё одно понятие, заслуживающее истолкования. Проще начинать с общеизвестных примеров. Так, можно рассматривать *устройство* двигателя внутреннего сгорания, электрогенератора, самолёта или атомной электростанции. Здесь ограничиваться перечислением составных частей и деталей нельзя. Нужно знать их пространственное (в общем случае трёхмерное) расположение. В русскоязычной традиции термин *устройство* чаще всего используется в высказываниях, относящихся к искусственным системам. Хотя допустимо говорить, например, об устройстве организма какого-нибудь животного или растения. Вот, мол, его скелет как костная система, а вот – мышечная, кровеносная, нервная система. А вот как они расположены в организме. Органы пищеварительной системы поменять местами нельзя, скажем, расположить желудок после кишечника. Или у любого растения различают корень, стебель, листья, цветы и плоды. Их тоже пространственно не переставишь, хотя бытуют некие терминологические нестрогости, допустимые в обыденном языке. Например, клубни картофеля, морковь, свекла и многие другие овощи называют корнеплодами, хотя они морфологически не плоды, а представляют собой видоизменённые побеги и утолщённые сочные корни. Впрочем в биологической литературе всё-таки принят другой термин – *строение*, хотя в сущности это синоним *устройства*. Например, морфология растений – это «наука о закономерностях строения в процессах формообразования растений» [23, с. 381].

Если выяснены состав, устройство (или строение) системы, то этот уровень познания,

метафорически используя медицинскую терминологию, можно назвать «анатомическим». Хотя в широком смысле слова он уже использовался американским физико-химиком Гилбертом Льюисом (1875-1946) [24], а социологи нередко применяют понятие «анатомия общества» (гр. anatomē рассечение). Подобное «анатомическое» обобщение при анализе систем во многих случаях представлется достаточным. Так, существуют атласы – анатомический, географический, звёздный и др.

Тем не менее, есть повод вернуться снова к медицинскому словарю, где используется ещё один термин – «физиология» (гр. physis природа, logos учение, слово). В медико-биологических текстах так называют науку о жизнедеятельности организмов, о *процессах*, протекающих в их системах, органах, тканях, клетках. Слово «процесс», давно вошедшее в обыденный язык (лат. processus продвижение), широко употребимо во всех естественных науках, где в числе объективных факторов рассматривается *время*.

Впрочем термин «физиология», встречается не только в медико-биологическом лексиконе. Так, среди литературно-критических статей Н.А. Некрасова за 1845 г. есть два очерка – «Физиология Петербурга» (Части первая и вторая), касающихся книги с таким названием. Он пишет, что цель этой книги – «…раскрыть все тайны нашей общественной жизни, все принципы радостных и печальных сцен нашего домашнего быта, все источники наших уличных явлений; ход и направление нашего гражданского и нравственного образования; характер и методу наших наслаждений; типические свойства всех разрядов нашего народонаселения и, наконец, все особенности Петербурга как города, как порта, как столицы, как крайнего рубежа Руси, как «окна в Европу»! [25].

Если «анатомическая» картина любой системы не нуждается в упоминании времени, то она описывает состояние её покоя. Такой раздел механики, где изучается равновесие тел под действием сил, называется *статикой* (гр. statos стоящий). Если же в системе начинают рассматривать состояние движения, ход развития, изменения под влиянием неких факторов, то такой раздел относят к *динамике* (гр. dynamikos относящийся к силе, сильный).

Вырисовывается следующая терминологическая аналогия:

1) в биологии – анатомия и физиология;

2) в физике – статика и динамика;

3) в надпредметном системном языке – устройство, строение и процесс.

Биологические термины *анатомия* и *физиология* в предлагаемом тексте будут использованы и по отношению к неживым объектам, но метафорически, отражая скрытое уподобление; они не будут выделяться курсивом, но будут взяты в кавычки.

Если система – объект обозримых размеров, то задача установления расстояний между подсистемами на языке статики является обязательной. При этом часто используют термин *структура* (лат. structura порядок, строение, связь), под которым понимается совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе. Это понятие близко по смыслу к уже обсуждённым терминам *устройство* и *строение*. Однако термин *структура*, который применяется при установлении взаиморасположений, то есть расстояний между объектами (подсистемами), более уместен при описании устойчивых и воспроизводимых состояний системы. Существуют строгие структуры сложных объектов (систем), которые успешно отображаются математически, в частности, на языке геометрии и в общем случае топологии (гр. topos место), разделе математики, изучающего наиболее общие свойства геометрических фигур. Подобные строгие структуры являются объектами изучения методами кристаллографии и кристаллохимии. Это близкородственные науки, изучающие особенное состояние твёрдых тел, атомы и молекулы которых образуют упорядоченную периодическую структуру, называемую кристаллической решёткой, которой присуща симметрия, отображающаяся в симметрии внешних форм кристаллов (гр. krystallos в первоначальном значении «лёд»).

Одним словом, термин *структура* наиболее уместен в тех случаях, когда пребывание выявленных подсистем в рамках изучаемой системы более или менее стабильно и воспроизводимо. Впрочем вполне допустимо рассматривать и изучать явления и процессы кристаллизации в рамках физико-химической динамики: образование и рост кристаллов, возникновение дефектов кристаллической решётки, растворение кристаллов и др.

Таким образом, термин *структура* более конкретен, чем *устройство* и *строение*, хотя и в этом случае возникает необходимость обращения ещё к двум терминам: *взаимосвязь* и *отношение*. Если подсистемы выявлены и изучены,

то очевидно, что их совместное пребывание в границах определённой системы не может оставаться без последствий. Необходимо рассмотреть взаимную обусловленность подсистем друг другом, то есть, отвечая на вопросы «где» и «как» расположены эти подсистемы, мы всего лишь облегчаем их обнаружение и идентификацию. Но остаётся открытым вопрос – «почему» эти системы образуют устойчивую, воспроизводимую структуру. Так в системный словарь включается ещё один термин – *взаимодействие*.

Это понятие требует более подробного истолкования, чем термины *устройство*, *строение и структура*, которые можно изобразить графически. В научно-технических текстах всегда присутствуют иллюстрации: схемы, карты, «проекции», «разрезы», помогающие выстроить целостный образ системы. Это один из самых ярких примеров существования различных модификаций аллотропных форм вещества, состоящего из одинаковых подсистем (в данном случае атомов): см. рис.1.

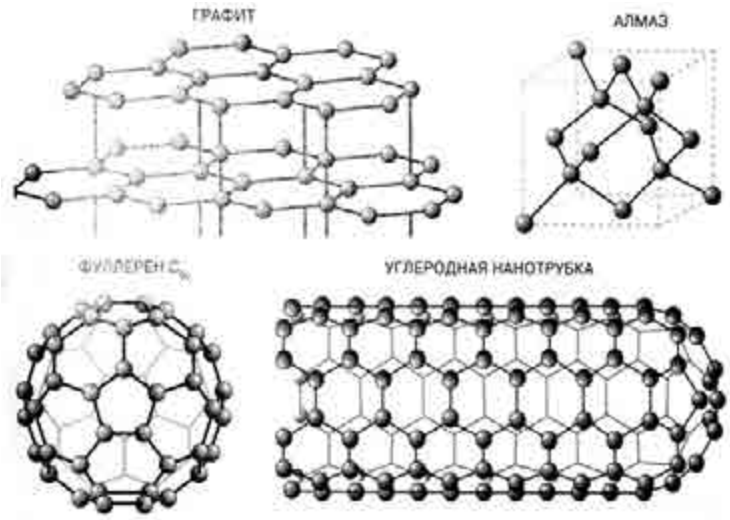


Рис. 1. Аллотропные формы (модификации) углерода: графит, алмаз, фуллерен C_{60} нанотрубка. (заимствовано из статьи А. Рулёва, Наука и жизнь № 1, 2013 г., с. 83).

В природных условиях углерод помимо этих кристаллических модификаций встречается ещё в виде угля и сажи, высокодисперсной аморфной фазы технического происхождения (частицы со средним диаметром 10-40 нм). Но кроме этих форм углерод может образовывать двумерный материал толщиной всего в «в один атом». Это – искусственно полученный *графен*, за открытие которого А. Гейм (г.р. 1958) и К. Новосёлов (г.р. 1974) были удостоены Нобелевской премии по физике в 2010 г. Графен получается последовательным отщеплением тонких слоёв графита. Затем, сворачиваясь, может образовывать ещё два новых углеродных материала – фуллерен и углеродную нанотрубку (см. рис. 2).

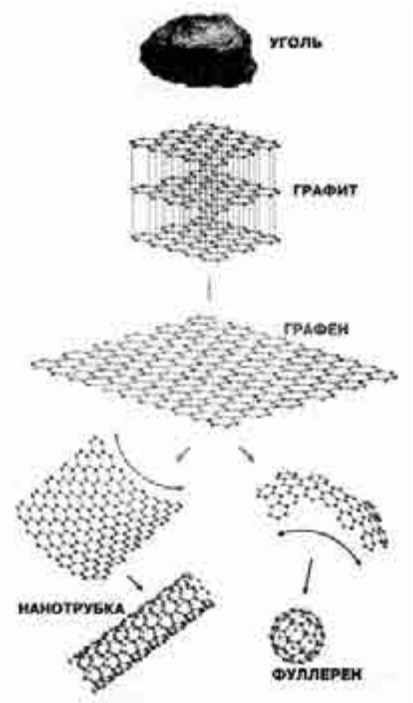


Рис. 2. Фазовая «пирамида», включающая графен (заимствовано из статьи Т. Зиминой, Наука и жизнь № 11, 2010 г., с.3)

В физической химии такого рода структурные вариации многих соединений хорошо известны. При обсуждении этой проблемы применяется ряд специальных терминов: аллотропия, полиморфизм, изотропия, изоморфизм и др. Но рассмотрение таких специальных вопросов выходит за пределы назначения пособия. Поэтому следует вернуться к истолкованию термина *взаимодействие*, который обманчиво воспринимается изначально понятным. В широком смысле слова с ним люди встречаются, например, во всех сложившихся сообществах и массовых мероприятиях, где имеют место как непосредственные контакты человека с человеком, так и дистанционные. При этом в социальных подсистемах (партиях, фирмах, клубах, этносах и т.д., и т.п.) постоянно происходят количественные и качественные изменения под действием разнообразных факторов (желающие могут обратиться к литературе – от Платона до Маркса, а также от Маркса до Чижевского [26] и Льва Гумилёва [27]). *Взаимодействие* в других природных системах, как живых, так и косных, за исключением человеческих сообществ, более консервативно и предсказуемо.

Самые воспроизводимые разновидности *взаимодействий* изучает современная химия, вооружённая понятийным аппаратом физической химии, химической физики, использующая язык и концепции квантовой механики. Главный процесс – химическая реакция и появление вещества, называемого продуктом синтеза. Впрочем в химии рассматриваются и противоположные явления – распад, разложение, деструкция сложного соединения на более простые вещества. В рамках физико-химического языка *взаимодействие* нескольких атомов и в общем случае молекул завершается образованием химической связи. Это воспроизводимый межатомный контакт, геометрические и термодинамические характеристики которого предсказуемы.

Не будем обсуждать подробности и этого процесса, так как они лежат за рамками сформулированной темы пособия. Но возьмём из химического языка образ химической связи как проявление *взаимодействия* при минимальном расстоянии между некогда независимыми объектами. Это наиболее понятный пример *близкодействия*, которое может иметь место не только в химических реакциях. Так, «бильярдная модель» соударений является проясняющей аналогией многих процессов, изучаемых молекулярной физикой (например, броуновское движение), ядерной физикой, в которой рассматриваются акты соударений, поглощений и рассеяний элементарных частиц и др. Образ близкодействия и компактизации объектов молекулярных размеров находит приложение в физикохимии дисперсных систем, на чём основана кинетическая теория коагуляции и седиментации (процессы, рассматриваемые коллоидной химией), а также учение о сорбции.

Близкодействие – всего лишь частный случай *взаимодействия*, которое проявляется в микромире на уровне объектов молекулярных размеров; сейчас в речевой обиход вошёл термин *наноуровень*, *наноматериалы*, *нанотехнология* и др., произведённые из греческого слова nannos – карлик, что, кстати, созвучно и с латинским словом *нона* (лат. nona девятая). Объекты, имеющие размеры порядка 10^{-9} метра (нм), на три порядка меньше, чем объекты и расстояния между ними, измеряемые в микронах (правильнее говорить – в микрометрах). Кроме этого в *структурном анализе*, понимаемом в узком смысле как определение геометрии молекул и молекулярных систем, которую описывают набором длин связей и валентных углов, до сих пор применяется внесистемный термин ангстрем, соответствующий 10^{-10} метра (Å). Таким образом, объекты, рассматриваемые на *наноуровене*, всего лишь в сто раз больше тех, которые измеряют в ангстремах, но и в сто раз меньше микрообъектов, изучаемых естественными науками после изобретения микроскопа. Вероятно, первым термином, вошедшим в научный словарь, был микроб (гр. micros малый + bios жизнь). Но когда в 1981 году был изобретён микроскоп нового типа, работающий на основе туннельного эффекта, то появилась возможность воспроизводить образы отдельных молекул на экран компьютерного монитора и даже манипулировать ими, то есть буквально строить, «укладывая атом за атомом, любые молекулы любой структуры, как существующие в природе, так и воображаемые». [28].

Оптические инструменты – микроскопы и телескопы – раздвинули границы мира, воспринимаемого *органолептически* (гр. organon орудие, инструмент + lēptikos способный взять), т.е. с помощью органов чувств. Если микроскоп открыл нам *микромир*, а телескоп *мегамир* (гр. megas большой), Космос, то мир, в котором пребывают люди и животные, ориен-

тирующиеся только с помощью естественных инструментов (зрение, слух, обоняние, осязание, вкус), логично называть *мезомиром* (гр. mesos средний). Поэтому понятия *взаимодействие* и его антитеза *дальнодействие* рассматриваются нами как бесспорно различные только с точки зрения наблюдателя, находящегося в *мезомире*. Эти оценки носят относительный характер. Так, на уровне «среднегуманитарного» образования бытует аналогия между устройством Солнечной системы и моделью «атома Резерфорда», обычно называемой «планетарной моделью». Современная атомная физика и квантовая механика в этой аналогии не нуждаются, но тем не менее она полезна для формирования образной картины мира, не постигаемой органолептически. В то же время некоторых «представителей» Солнечной системы (Луну, Марс, Юпитер, Венеру и др.) можно увидеть и наблюдать их движение невооружённым взглядом. Таким образом, «планетарная модель» атома выстраивает *понимание*, удовлетворяющее любопытство, успокаивающее ум и мысль. (Обсуждение роли психологических факторов понимания [29-38].)

Но мы никогда не будем истолковывать образование химической связи между атомами как результат видоизменений *дальнодействия* между валентными электронами и атомными ядрами, несмотря на то, что по аналогии с Солнечной системой расстояния между электронными оболочками в атоме столь же неблизкие в масштабах *микромира*, как и расстояния между планетами, включая Землю. По традиции мы будем называть химическую связь и процессы соударений и «бильярдного» рассеяния частиц актами *близкодействия*.

Помимо общности «слоистого» устройства атомов и Солнечной системы существует ещё один феномен – некая удерживающая сила, которая, с одной стороны, не позволяет электрону «просто так» уйти со своей электронной оболочки, а, с другой стороны, заставляет Луну вращаться вокруг Земли, находясь от неё в среднем на воспроизводимом расстоянии.

Отвлечёмся от «среднегуманитарной» картины мира и не станем углубляться в историю поиска причин разного рода взаимодействий выдающимися учёными прошлого от Фарадея, Галилея, Кеплера, Ньютона и др. вплоть до создателей квантовой механики и физики элементарных частиц и примем к сведению, что в современной физике рассматриваются лишь четыре типа *фундаментальных взаимодействий*. В порядке возрастания интенсивности взаимодействий это: *гравитационное*, *слабое*, *электромагнитное* и *сильное*. В данном контексте термины *слабое* и *сильное* надо воспринимать не как слова обыденного языка, а как понятия ядерной физики, описывающие и объясняющие свойства атомных ядер. Никакой органолептической аналогии этим понятиям в *мезомире* найти невозможно, чего не скажешь о гравитационном и электромагнитном взаимодействиях.

Кроме гравитационного взаимодействия, которое на примерах поведения тел демонстрировало своё неотменимое существование не только людям, но и животным, в древности были обнаружены ещё два явления дистанционного притяжения тел. Это эффект притягивания к предварительно натёртому янтарю всякого рода пылинок и соломинок, который наблюдался не в таких гигантских масштабах, как гравитация, хоть и «недалеко», но «на расстоянии», что и отличало это явление от «бильярдной» модели. Кроме этого уже в античные времена было замечено, что кусок магнетита, природного минерала, содержащего железо, и кусок железа притягиваются друг к другу, напоминая свойства янтаря. В то же время пробка, проткнутая заранее намагниченной иглой и плавающая в сосуде с водой, всегда располагалась в направлении север – юг. Но уже было замечено, что если взять в руку магнит (их уже умели в то время делать) и, приблизив его к плавающей игле, сообщать рукой вращательные движения, то эта пробка с иглой будет следовать за магнитом. Если же руку убрать, то восстановится ориентация иглы в прежнем направлении.

Электрические явления уже без участия янтаря, хотя он и был «родоначальником» этого термина (гр. ēlektron янтарь), наряду с магнитными изучались многими учёными прошлого. Любой желающий может познакомиться с этой «драмой идей», прочитав какую-нибудь книгу по истории физики. Таким достойным уважения трудом, например, является книга Марио Льоцци [39].

В опытах Эрстеда и затем Фарадея были выявлены и впервые изучены эффекты взаимодействия электрического и магнитного *полей*. Понятие поля в этом специальном смысле ввёл в науку Майкл Фарадей (1791-1867), великий английский учёный, не нуждающийся в презентации. В наше время концепция

поля тесно связана с понятием *взаимодействие*, рассмотренном выше. Нужно только напомнить, что электромагнитное *фундаментальное взаимодействие* как взаимосвязанный феномен некогда независимых эффектов притяжения уверенно вошло в науку после работ шотландского физика Джеймса Кларка Максвелла (1831-1879).

В современной физике термин *поле* по сравнению с временем Фарадея основательно переосмыслен и воспринимается не как некий фрагмент пространства, на котором изображены видимые невооружённым глазом «силовые линии», сформированные железными опилками под влиянием магнита. Такие картинки постоянно встречались в школьных учебниках даже в середине прошлого столетия. Сейчас *физические поля* считаются особой формой материи как физическая система с бесконечно большим числом степеней свободы. Но специальное и глубокое обсуждение этого понятия выходит за рамки назначения предлагаемого пособия. На общедоступном уровне восприятия учение о системах (не касаясь терминологии квантовой механики) достаточно выработать представление о любом поле как о некоем фрагменте пространства, где осуществляется процесс *взаимодействия*.

Итак, в завершении раздела 3.2 предлагается своеобразный парад последовательно обсуждённых терминов, в котором представлены примеры как узкоспециального, так и более широкого («надпредметного») использования: ***состав***, ***устройство***, ***строение***, ***структура***, ***взаимосвязь***, ***отношение***, ***взаимодействие***.

3.3. ЯВЛЕНИЯ И ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА И ОБМЕНА

В самом общем виде картину взаимодействия материальных объектов друг с другом полезно рассматривать на «системном языке» как взаимодействие подсистем. В наиболее сложных случаях природа этих подсистем может быть различной – и по вещественному составу, и по пространственной организации (строение, структура), и по отношению к живой или косной материи. Такие подсистемы называются *гетерогенными* [гр. heterogenēs неоднородный; heteros другой]. В противоположном случае, когда их состав и физико-химические свойства во всех частях одинаковы или меняются непрерывно, они называются *гомогенными* [гр. homogenēs однородный; homos равный, одинаковый; взаимный, общий]. В формализованных схемах этот акт взаимодействия обычно изображают с помощью одной или двух стрелок, связывающих по меньшей мере два символа, например, [A]⇄[B]. Под A и B могут подразумеваться конкретные тела, системы, даже последовательность событий или процессов. Объективно наблюдаемое взаимодействие имеет место тогда, когда осуществляется акт *переноса*. Это тоже содержательный научный термин, то есть, как говорил Ричард Фейнман, обычное слово, употребляемое необычным образом. Задолго до формирования «общей теории систем», которую часто связывают с первыми публикациями Людвига фон Берталанфи (1901-1972), австрийского биолога-теоретика, это понятие наряду с *обменом* в сочетании со словами обыденного языка – *явление* и *процесс* – использовалось в физике, химии и технических текстах (электротехника, химическая технология и др.). Так, в физике рассматриваются *явления переноса*, под которыми понимаются *необратимые процессы*, «… в результате которых в физической системе происходит пространственный перенос электрического заряда, массы, импульса, энергии, энтропии или какой-либо другой физической величины. … Перенос происходит в направлении, обратном её градиенту, т.е. таким образом система приближается к состоянию равновесия» [40]. В химических текстах чаще встречается понятие *процесс переноса*, под которым тоже подразумеваются необратимые акты, излагаемые на формальном языке физико-химической кинетики. Эта терминологическая особенность (не «явление», а «процесс») утвердилась в инженерном лексиконе химиков, вероятно, вследствие появления в вузовских программах «ключевого» предмета «Процессы и аппараты химической технологии».

Такого рода явления и процессы переноса традиционно рассматривались в рамках *термодинамических систем*, когда в физику и вошёл термин *термодинамика*. Это наука о наиболее общих свойствах макроскопических физических систем, находящихся в состоянии *термодинамического равновесия*, и о процессах перехода между этими состояниями. А под термодинамической системой понимается совокупность макроскопических тел, которые могут взаимодействовать между собой и другими телами, находящимися во

внешней среде, что состоит в обмене с ними энергией и веществом.

Как писал выдающийся немецкий физик Макс Планк (1858-1947), «одного принципа сохранения энергии для построения законченной теории … ещё недостаточно. Это можно сделать, привлекая на помощь другой принцип – второе начало термодинамики». И ещё: «Представим себе какую-нибудь (не слишком малую) физическую систему, например, какое-нибудь тело, помещённое в какое-либо электромагнитное поле, полностью изолированное от внешнего пространства; энергия этой системы будет, очевидно, оставаться постоянной. В этой системе будут происходить известные процессы, течение которых определится совершенно однозначно, если исходить из определенного начального состояния. … Если предположить, что справедливы вообще только законы механики и электродинамики, то процессы эти никогда не должны закончиться: в продолжении всего времени они сохраняют свой характер. Можно даже показать, что состояние, которое однажды уже имело место, с течением времени, если и не абсолютно точно, то с любым желаемым приближением повторится снова и притом любое число раз. Но как только в этих процессах начнёт принимать участие теплота (в виде ли теплоты тел или лучистой теплоты), они начнут приближаться, хотя бы и асимптотически, к определённому концу. Вся система будет стремиться при этом к состоянию, в котором прекращаются всякие механические и тепловые изменения (в макроскопическом смысле этого слова). Это состояние называют *состоянием теплового равновесия*. В силу указанной особенности все процессы, в которых играет роль теплота, оказываются в известном смысле односторонне направленными. Это резко отличает их от процессов механических и электромагнитных, могущих протекать одинаково хорошо и в прямом и в обратном направлении, так как знак времени не играет в них никакой роли. Содержание второго начала и заключается в том, что оно даёт количественный критерий для определения направления протекающих в природе изменений» [41].

Итак, уже в классической термодинамике рассматривались наряду с необратимыми процессами переноса, которые связывают с однонаправленным потоком тепла, ещё и обратимые процессы, которые упомянул Планк. Но самая главная особенность термодинамической теории состоит в том, что она включает законы, относящиеся к закрытым системам. Именно в таких системах, если изолировать их от всех контактов и взаимодействий с *надсистемами*, рано или поздно наступает состояние равновесия. Вот здесь и возникает повод вспомнить об иерархической структуре материального мира от субатомных частиц до безграничного Космоса.

Ещё в 1865 году классик термодинамики немецкий физик Рудольф Клаузиус (1822-1888) именно на основании второго начала высказал гипотезу о неизбежности наступления «тепловой смерти вселенной». В настоящее время точка зрения Клаузиуса и ранние попытки её опровержения признаны ошибочными, поскольку последние космологические исследования показали, что Вселенная нестационарна и расширяется, то есть эволюционирует, оставаясь нестатичной. Это обстоятельство, будучи неизвестным, прежде во внимание не принималось. Иными словами, изученные просторы Космоса нет оснований считать закрытой системой и, более того, даже его подсистема – Земля, геосфера, – всего лишь «песчинка» Космоса и представляет собой открытую систему.

В 20-м столетии получил развитие новый раздел физики – *термодинамика необратимых процессов*. Один из основоположников этой теории бельгийский физико-химик и Нобелевский лауреат Илья Пригожин (1917-2003) писал, что «теперь уже является общепризнанным, что во многих важных областях исследования состояние истинного термодинамического равновесия достигается только при исключительных условиях. Так, например, … нуклеиновые кислоты, содержащиеся в живых клетках, непрерывно обмениваются веществом с окружающей средой. Хорошо известно также, что непрерывный поток энергии, исходящий от Солнца и звёзд, не позволяет атмосфере Земли и звёзд достигнуть состояния термодинамического равновесия. Таким образом, очевидно, что большинство явлений, изучаемых биологией, метеорологией, астрофизикой и другими науками, представляет собой необратимые процессы, которые развиваются, минуя состояние равновесия» [42].

В реальной действительности люди постоянно сталкиваются с нестационарными процессами, наблюдающимися или предполагаемыми в системах разного масштаба и происхождения. В общенаучных текстах часто

используется термин *эволюция* [лат. evolutio развёртывание], который означает процесс изменения, развития. Это понятие применяется как при описании истории геологических систем или многоаспектной картины «живого вещества», так и в социологии. Как заметил отечественный физико-химик Игорь Витальевич Мелихов, «вопрос о том, как *эволюционирует всё то, что нас окружает* (курсив мой – Ю.Е.), начали обсуждать задолго до Демокрита, но дискуссии продолжаются и сегодня» [43, с. 5]. Его монография посвящена многостадийной эволюции твёрдого вещества, проходящего стадии зарождения, роста частиц, агломерации, упорядочения, возникновения отклика на внешние воздействия и т.д. По его словам, хоть это явление и сложное, но оно значительно проще, чем эволюция биологических и социальных систем. Впрочем и его описание «… возможно только после накопления такого объёма экспериментальной информации, который позволяет свести гипотетичность описания к разумному минимуму. В настоящий момент этот минимум, по-видимому, достигнут, так что можно составить фрагментарную, но связную картину эволюции, опираясь на факты» [43, с. 5].

Несмотря на то, что его книга, как указано в аннотации, предназначена «…для широкого круга специалистов, чьи области научных и практических интересов связаны с синтезом или использованием твердых веществ», то есть, естествоиспытателей и инженеров в первую очередь, ознакомление с ней может оказаться неожиданно полезным и для читателей с кругом знаний и интересов гуманитарного характера, поскольку она является примером реализации *системного подхода* как совокупности общенаучных методологических требований, основанных на рассмотрении всех объектов как систем. (По-иному не скажешь, несмотря на очевидную тавтологию, а понятие *системный подход* будет подробнее обсуждено ниже.)

Сейчас мало кто сомневается в том, что по словам Макса Планка «построение физической науки происходит на основе измерений» [44, с.569]. Поэтому исследователи всегда стремились не только понять смысл «анатомического» и «физиологического» описания сложных систем (см. раздел 3.2) и сформулировать логически непротиворечивые, не использующие избыточную терминологию законы, объясняющие и предсказывающие все явления и события, имевшие и имеющие место быть в этих системах, но и старались, следуя принципу разностороннего немецкого учёного Годфрида Вильгельма Лейбница (1646-1716) (а в последующем и Макса Планка), свести перечень выявленных и измеренных «движущих сил» к минимуму. Вот подлинные слова этих выдающихся «первопроходцев» науки.

Г.В. Лейбниц: «Нормой и критерием употребления терминов должна быть максимальная краткость общеупотребительного или максимальная употребительность краткого термина. <…> Будет ошибкой затемнять предмет новыми и по большей части весьма неподходящими придуманными словами» [46].

М. Планк: «Я всегда держался мнения, что закон природы выражается тем проще, чем более общим он является» [45, с. 142]. И ещё: «Наука стоит тем ближе к своей цели, чем сильнее уменьшается число заключающихся в ней теорий [45, с. 116].

В связи с обсуждением явлений и процессов («феноменов», как сказали бы философы) переноса и обмена возникает повод предпринять некий экскурс в сферу научной методологии, обратившись ещё раз к взглядам классика науки Макса Планка. Так, в современной философской и педагогической литературе часто встречается понятие «физическая картина мира», которой присуща собственная естественная история, то есть пути противоречивого развития. Предпочтём, как и ранее, бережное цитирование текста выдающихся деятелей прошлого пересказу сути их взглядов, чреватому отсебятиной, неточностями и даже ошибками. В 1929 году Планк высказал мнение:

«Построение физической науки происходит на основе измерений, и так как каждое измерение связано с чувственным восприятием, то все понятия физики берутся из мира ощущений. <…> Но за миром ощущений есть ещё другой, реальный мир, ведущий своё самостоятельное, от людей не зависящее существование. <…> К обоим этим мирам, миру ощущений и реальному миру, надо добавить ещё и третий мир, который следует отличать от двух предыдущих: мир физической науки, или физическую картину мира. Этот мир, в противоположность обоим предыдущим, есть сознательное, служащее определённой цели творение человеческого духа и, как таковое, он переменчив и подвержен известному развитию. Задачу построения физической карти-

ны мира можно формулировать двояко, в зависимости от того, связывать ли картину мира с реальным миром или с миром ощущений. В первом случае задача заключается в том, чтобы реальный мир по возможности полнее познать, во втором – в том, чтобы мир ощущений по возможности проще описать. Было бы бесполезно пытаться сделать выбор между обеими этими формулировками. Напротив, каждая из них, взятая в отдельности, сама по себе, односторонняя и неудовлетворительная. Ибо, с одной стороны, непосредственное познание реального мира вообще невозможно, а, с другой стороны, на вопрос о том, какое описание нескольких взаимосвязанных чувственных ощущений является простейшим, вовсе нельзя, в принципе, ответить. В ходе развития физики неоднократно случалось, что из двух различных описаний то, которое длительное время считалось более сложным, позднее оказывалось более простым.

Главное состоит в том, что обе названные формулировки задачи не только практически не противоречат друг другу, но, наоборот, замечательным образом дополняют друг друга. Первая содействует тому, чтобы пробирающаяся вперёд наощупь фантазия исследователя опиралась на совершенно необходимые для его работы плодотворные идеи, вторая – крепко удерживает его на надёжной почве фактов. <…> Но … имеется ещё одна, третья группа работающих над физической картиной мира. Она характеризуется тем, что её главные интересы не обращены ни на соотношения реального мира, ни на соотношения мира ощущений, но посвящены, скорее, внутренней замкнутости и логическому построению физической картины мира. Это – аксиоматики. Их деятельность также полезна и необходима. Но здесь дремлет опасная угроза односторонности, заключающаяся в том, что физическая картина мира утрачивает своё значение и вырождается в бессодержательный формализм. Ибо если взаимосвязь с действительностью расторгнута, то физический закон оказывается уже больше не соотношением между величинами, которые изучаются все независимо друг от друга, а определением, посредством которого одна из этих величин приводится к другим.

Такое превращение потому особенно соблазнительно, что физическая величина определяется намного точнее посредством уравнения, чем путём измерения; но оно имеет в своей основе отражение самостоятельного значения величины, причем дело ещё сильно осложняется тем, *что при сохранении наименования величины легко возникает повод к неясностям и недоразумениям*» (курсив мой – Ю. Е.) [44, с. 569].

Далее Планк указал на две особенности в историческом развитии форм физической картины мира, сменяющих друг друга. Во-первых, здесь речь идёт не о каком-то «… ритмическом качании туда и обратно, но о совершенно определённом направлении более или менее постоянного поступательного развития, обозначаемого тем, что содержание нашего мира ощущений всё более обогащается, наше господство над ним всё более укрепляется. … То, что мы сегодня можем видеть и слышать на значительно бóльших расстояниях, что мы сегодня распоряжаемся значительно бóльшими силами и скоростями, чем предшествовавшее поколение, – этого не может оспаривать даже самый сердитый скептик» [44, с. 571].

Иными словами, мир ощущений необычайно расширился и продолжает расширяться ускоряющимся темпом в связи с тем, что в исследовательской деятельности экспериментаторов стали использоваться инструментальные «посредники», занимая место между органолептическими рецепторами (аппаратом природных органов чувств) и внешним миром, открывая людям ранее неизвестные объекты и явления. Разве Галилей смог бы без телескопа увидеть пятна на Солнце, землеподобность Луны или спутники Юпитера? А создатель микроскопа и первооткрыватель микробиологии Левенгук был бы в состоянии невооружённым глазом увидеть в капле воды хотя бы амёбу? Но ведь и очень далёкие от нас небесные тела и очень маленькие объекты, хоть они и близко находятся, существовали и существуют независимо от наблюдателей, равно как и все виды излучений, идущих из Космоса, которые устанавливаются инструментально.

Или вот ещё парадокс. Ни один человек ни разу не побывал в центре Земли и вряд ли когда-нибудь туда проникнет. Тем не менее наука располагает инструментально добытыми сведениями о химическом составе этого центра бесконтактными методами. А реальный лабораторный анализ лунного грунта сперва был выполнен только после доставки его образцов на Землю. В наше время состав не только Луны, но и других тел солнечной систе-

мы, анализируется дистанционно. Парадокс-то в том, что до земного центра расстояние меньше, чем до Луны, но на ней уже побывали люди и автоматы, собиравшие образцы. А в центр Земли экспедиция даже не планируется, хотя некоторыми аналитическими данными человечество уже располагает.

Вернёмся к Планку, который отметил, что техносферные приборные методы наблюдений и анализов приводят к тому, что «… физическая картина мира по своей структуре при этом всё больше удаляется от мира ощущений, всё больше лишается она своего наглядного первоначально совсем антропоморфно окрашенного характера. <…> Тем самым сущность физической картины мира всё больше абстрагируется, причём чисто формальные математические операции начинают играть всё более значительную роль, а качественное различие всё более сводится к количественному» [44, с. 572].

Своеобразие и парадоксальность исторического «диалога» между миром ощущений и реальным миром (если придерживаться концепций Планка) заключается в том, что «… происходящий одновременно с дальнейшим усовершенствованием физической картины мира дальнейший её отход от мира ощущений означает не что иное, как дальнейшее приближение к реальному миру. О логическом обосновании этого мнения не может быть и речи, так как существование реального мира нельзя доказать чисто рассудочным путём. Но столь же невозможно, опираясь на логику, опровергнуть его существование. Решение этого вопроса является, скорее делом разумного восприятия мира. И остаётся справедливой старая истина, что то мировоззрение лучше, которое приносит самые богатые плоды» [44, с.572]. (В сущности это принцип прагматизма, доктрины, занимающейся изучением мыслительных и иных структур, обеспечивающих успешность, полезность и продуктивность человеческих действий [114].)

Развитие инструментальной аналитики (физическая оптика, электроника, ядерно-физические методы и приборы на базе «нанонауки») расширили горизонты мировидения от элементарных частиц до космического «зарубежья», хотя большинство из этого мира реальных объектов уже невозможно увидеть, услышать, обнюхать, попробовать на вкус и хотя бы пощупать. Всю качественную и количественную информацию о детальных подробностях внешнего мира человечество получает с помощью инструментальных «посредников». Это следствие техносферной эволюции непредсказуемо отражается на психологии человека, когда доля «потребителей» в любой социальной среде начинает стремительно обгонять долю «созидателей». Ведь «потребителей» интересует только знание назначений кнопочек и тумблеров на приборах, прикосновение к которым либо даст ответ на интересующий вопрос, либо приведёт к ряду изменений в окружающем природном и техногенном мире – будь то Интернет с его Яндексом и Википедией, стартёр автомобиля или взрыв заминированного здания, вызванный посланием сигнала с помощью мобильника, находящегося вообще в другой стране.

Более или менее образованные инженеры удивляются тому, что широкие массы среднепросвещённого населения, получившие даже «высшее телевизионное образование», спокойно, не задавая лишних вопросов, воспринимают информацию, например, о том, обнаружена ли вода на Луне или Марсе, а так же сведения о химическом составе некоего астероида, который пока ещё не упал на Землю. Одно дело – подробный анализ осколков чебаркульского метеорита, выполненный в лаборатории УрФУ под руководством Виктора Иосифовича Гроховского, когда эти образцы не только видели и держали в руках, а с помощью приборов и методов неразрушающего контроля устанавливали их состав и структуру на элементном и вещественном уровнях. Но ведь совсем другие, дистанционные, методы инструментальной аналитики, когда исследуемый объект вообще находится вне пределов Земли, тоже сообщают исследователям Космоса физико-химическую информацию и устанавливают «возраст», т.е. время возникновения этих тел. До открытия закономерностей ядерной физики и радиохимии, начало чему было положено в конце 19-го века, такие сведения были недосягаемы не только дистанционно, но получить их и на лабораторном столе было невозможно. В настоящее же время люди уверенно используют сложившуюся физико-химическую терминологию при описании и объяснении событий, происходящих в сложных природных системах в широких масштабах пространства и времени, не ссылаясь на «свидетельские показания» своих органов чувств. Именно это и подчёркивал Макс Планк, когда говорил, что

отход мира ощущений является приближением к реальному миру.

Таким образом, выработанные наукой способы анализа состояния и событий, происходящих или некогда происходивших в природных системах, формируют представления человека (знание, понимание и объяснение) о *физической реальности* (*реальному миру*). Разделяя взгляды Планка, понятия *физическая реальность*, *реальный мир* и *физическая картина мира* следует считать совпадающими по смыслу, не забывания впрочем, что само существование объективной реальности не зависит ни от каких теорий. Поэтому, формируя знания о явлениях и процессах переноса и обмена, происходящих в сложных системах (а это и есть главная цель «созидателей», то есть, инженеров, а не «потребителей», то есть всех остальных), современная наука обязана чётко формулировать приёмы качественного и количественного анализа (обобщённо понимаемой аналитики), приводящие к *результату* исследования. А *результат – это по крайней мере одно число*. Или, как неоднократно подчёркивал Планк, существует лишь то, что можно измерить. В связи с этим в перечень научных сведений, законов, концепций, гипотез и др. обязательно включают и свод метрологических понятий, представленный в Международной системе единиц (СИ). Это документ, признаваемый в настоящее время всем международным научным сообществом. Поэтому любое схематическое изображение функционирующей сложной системы, включающее анатомический и физиологический аспекты (в биологии), статический и динамический (в физике и химии) и устройство, строение и процесс (в системном языке), должно содержать указание на то, *что́* заключено в звене схемы, например, А и В, и сведения о том, какую связь, перенос или обмен отражают находящиеся между ними стрелки → и ←. В ряде случаев такая схема может быть не иллюстрацией знания функций системы, а представлять собой план исследования недостаточно изученного или даже неизвестного объекта. Но и тогда после выдвижения гипотез и их проверок следует придерживаться правил «метрологической этики» и не выдумывать новых понятий – всякого рода «биополей», «флюидов» и других красиво звучащих словосочетаний.

До сих пор в текстах естественных наук, касающихся описания явлений и процессов переноса и обмена, должно присутствовать указание (как минимум) величины массы вещества, заряда и импульса, если их роль рассматривается, а также энергии – как запасённой (пища, топливо и др.), так и принадлежащей фундаментальным полям. Перенос информации также указывается стрелкой, но не во всех случаях в такого рода схемах требуется её количественная оценка. Вся дальнейшая детализация обычно находится за рамками «надпредметного» системного языка и достигается средствами традиционной терминологии физики, химии, биологии и всего перечня понятий «межпредметных» наук (см. раздел 2).

Все звенья схемы («рамки» и стрелки) должны быть метрологически конкретными (число, размерность). Методы и пути этой конкретизации могут быть различными, но указанными: эксперимент, измерение или теоретический расчёт, когда невозможна прямая демонстрация.

Кроме того, метод «стрелок и рамок» часто применяется для указания последовательности явлений, событий, мероприятий и др. как описание некоей истории проблемы. Так, например, выглядит схема основного эволюционного маршрута твёрдого вещества, изображенная в книге И.В. Мелихова [43, с. 20]. В ряде случаев этого бывает достаточно для понимания сути задачи.

4. ИСТОКИ УЧЕНИЯ О СИСТЕМАХ

В первой главе предлагаемого пособия удалось только «прикоснуться» к перечню понятий, возникших на основе терминообразующего слова *система* и вошедших в тексты как естественных наук, так и гуманитарных. В неформальном международном научном сообществе сложилось мнение, что интерес к кругу проблем, связанных в этим словом, резко возрос после публикаций Людвига фон Берталанфи (1901-1972), австрийского биолога-теоретика [47-49]. Так, автор статьи в 3-м томе третьего издания БСЭ К.М. Хайлов [50] прямо называет его создателем общей теории систем. В то же время во второй половине прошлого столетия в нашей стране изменилось официальное отношение к деятельности Алексан-

дра Александровича Богданова (псевдоним Малиновского) (1873 – 1928), отечественного мыслителя и общественного деятеля, врача по образованию, которого ещё в 1953-м году называли «русским ревизионистом, философские взгляды которого были разгромлены В.И. Лениным» [22, с. 196]. Это был человек, как и многие деятели начала 20-го века, энциклопедического склада ума и интересов. Вот что о нём сказал Н.И. Бухарин на гражданской панихиде Богданова: «Он не был *ремесленником* мысли. Он был её *крупнейшим художником* <…> Богданов с одинаковой свободой парил на высотах философской абстракции и давал конкретные формулировки теории кризисов. Естественные науки, математика, общественные науки имели в нём настоящего *знатока*, и он мог выдерживать бои во всех этих областях, как «свой человек» в любой из этих сфер человеческого знания. От теории шаровидной молнии и анализа крови до попыток широчайших обобщений «Тектологии» – таков радиус познавательных интересов Богданова. Экономист, социолог, биолог, математик, философ, врач, революционер, наконец, автор прекрасной «Красной звезды» – это во всех отношениях совершенно исключительная фигура, выдвинутая историей общественной мысли» [51]. [(Примечание. Н.И. Бухарин по характеристике В.И. Ленина – «ценнейший и крупнейший теоретик партии»[52]; «Красная звезда» [53] Роман-утопия Богданова].

Первое издание труда Богданова, посвящённого «закладке основ науки, объединяющей организационный опыт человечества», вышло в 1912 г. (первая часть) и в 1917 г. (вторая часть). Второе издание было напечатано в Берлине в 1922 г.; оно включало обе первые части в вновь написанную третью. По условиям издательства (а не автора) только малая часть этого издания попала на русский книжный рынок. Наконец, в 1925 г. вышли обе части этого фундаментального труда третьим изданием [54]. Существует и послеперестроечное издание, озаглавленное редакционной коллегией под председательством академика Л.И. Абалкина (один из функционеров эпохи «перестройки»). – «Тектология: (Всеобщая организационная наука)» [55]. Публикацию этой книги спустя шестьдесят с лишним лет после смерти автора и полвека после расстрела «ценнейшего и крупнейшего теоретика и любимца всей партии» Н.И. Бухарина [56, 57] можно расценивать в качестве партийного покаяния за предумышленное забвение имён выдающегося русского энциклопедиста и одного из ближайших соратников вождя всех народов. В аннотации первой книги указанного издания [55] указано, что «во второй половине XX века интерес к идеям «Тектологии» возрос в связи с развитием кибернетики. Работа интересна тем, что ряд положений и понятий, разработанных в рамках «Тектологии» («цепная связь», «принцип минимума» и др.), применим и для построения кибернетических моделей экономических процессов и решения планово-экономических задач».

Слово «тектология» не вошло в перечень широко употребляемых терминов, хотя Богданов заимствовал его у Эрнста Геккеля, который использовал его при описании организации живых существ. Богданов основную идею тектологии понимал как единство строения и развития самых различных комплексов, безотносительно к их происхождению и уровню их организации. Он использовал термин *комплекс* в том смысле, как сейчас понимают термин *система*: в сущности они синонимы.

Эти комплексы или системы имеют иерархический характер, будь они атомно-молекулярного масштаба или даже социального. (По-гречески tektonikē означает «строительное искусство»). Автор послесловия к изданию «Тектологии» 1989 года А.Л. Тахтаджян писал, что «… Когда в 40-х годах появилась «общая теория систем» Берталанфи, то не заметили или не захотели заметить, что её положения повторяют, хотя и частью в модернизированной форме, тектологические идеи Богданова. Между тектологией и общей теорией систем Берталанфи так много общего, что невольно возникает мысль о прямом влиянии Богданова, тем более, что немецкий перевод … «Всеобщей организационной науки» был издан в Берлине в 1926 и 1928 гг. Странно, что Берталанфи нигде не упоминает имени Богданова, хотя как он писал мне, немецкий перевод «Тектологии» был ему известен» [55, т. 2, с. 348-351].

Здесь не место обсуждать вопросы приоритета и причин замалчивания роли российского мыслителя в доперестроечные годы. Но по моему мнению всякий читатель, желающий начать изучение обширной литературы по системной методологии, должен обратиться к истокам этого учения, а не ограничиваться штудированием текстов учебников, в которых сложные проблемы подчас излагаются в гото-

вом для потребления виде. (Как тут не вспомнить афоризм Козьмы Пруткова: «Многие люди подобны колбасам: чем их начинят, то и носят в себе».) Конечно, сейчас философы и историки науки могут указать на истоки системных идей ещё в античных текстах, не говоря о вкладе всемирно признаваемых мыслителей, начиная с эпохи Галилея (17-й век). Но, тем не менее, есть смысл начинать вхождение в круг системных проблем с внимательного прочтения работ Богданова и Берталанфи, упомянутых выше. В этих трудах содержится обширная библиография, обращение к которой поможет осознать пути рождения идеи системности от далёкого прошлого до момента «охвата» ею, как любил говорить В.И. Вернадский, мировоззрения их современников. Тексты обоих авторов не содержат признаков математической формализации и даже графических схем. Кроме того они, имея естественнонаучное «происхождение» (Берталанфи – ботаник, а Богданов врач), не пользовались языком многих «профессиональных» философов, которые в своей деятельности не выполнили ни одного наблюдения или эксперимента в объективной реальности. Это немаловажное обстоятельство для российского читателя, особенно имеющего гуманитарный склад мировоззрения. В этом отношении очень интересно мнение академика А.Б. Мигдала (1911-1991): «… Серьёзных философов со специальным образованием крайне мало. Можно представить себе посредственного научного работника. Он найдёт применение как исполнитель, особенно если любит своё дело. Но посредственный философ так же бесполезен, а то и вреден, как и посредственный поэт. Нужно найти способ выращивать философски образованных историков отдельных наук. Ещё лучше, если такими историками сделаются люди, *всю жизнь творчески занимавшиеся данной наукой*» (курсив мой, – Ю.Е.) [58]. Что же касается роли философии, которая в доперестроечную (сталинскую) эпоху выполняла цензорские функции, то с ней можно познакомиться, обратившись к ряду отчётов, обзоров и воспоминаний [59-64].

Вот, например, мнение отечественного учёного, литературоведа и общественного деятеля Дмитрия Сергеевича Лихачёва (1906-1998), характеризовавшего научный и политический климат этой эпохи:

«В науке насаждалось представление, что с самого начала исследования может быть правилен только один путь, одно истинное направление, одна научная школа и, разумеется, только один главный учёный, «вождь» своей науки. … И это «правильное» направление, выбранное по чисто внешним признакам, объявлялось подлинно марксистским. Тогда не было и не могло быть предположения, что научная истина рождается где-то на перекрёстке путей, где-то посередине или в совсем особой, другой области. Предопределённость истины считалась неоспоримой – особенно в общественных науках, но не только в них. Поэтому создавалось представление о поисках истины как о поисках уже чего-то имеющегося, как выбор заранее существующих точек зрения. И этот выбор должен был делаться по политическим соображениям часто самого схоластического характера. … По существу всем этим отвергалась самая возможность открытий в науке» [61, с. 5].

А вот фрагменты статей и писем отечественного биолога-эволюциониста Александра Александровича Любищева (1890-1972): «…Трудно найти такое выдающееся явление в области математики, теоретической физики, химии или назвать таких крупных учёных, которых наши философы не обвиняли бы в сползании в то или иное идеологическое болото. <…> Не буду перечислять всех грандиозных достижений современных точных наук: их уже никто отрицать не может. Но философы сейчас говорят: мы не отрицаем их положительных достижений, но эти достижения явились не благодаря философским воззрениям ряда крупнейших учёных современности (назову Эйнштейна, Бора, Шрёдингера, Гейзенберга, Рассела, Винера и т.д. и т.д.), а вопреки их философским воззрениям. <…> Я бы очень хотел знать хотя бы один случай, что такое идеологическое руководство принесло хотя бы малейшую пользу науке. Я пытался разобраться в философской литературе, я обращался с вопросом ко всем мне знакомым философам, но безуспешно, и я буду очень благодарен, если мне такой случай укажут. <…> *В области точных наук* получилась задержка развития ряда новых областей науки. В конце концов философские моськи принуждены были перестать лаять на научных слонов, так как уж слишком велико и очевидно даже для невежд было значение слонов» [61, с. 509].

Вот ещё мнение не естествоиспытателя, а не сей раз философа, одного из последних советских профессионалов в этой области, Ме-

раба Константиновича Мамардашвили (1930-1990): «Природа философии такова, что невозможно (и, более того, должно быть запрещено) обязательное преподавание философии будущим химикам, физикам, инженерам в высших учебных заведениях. Ведь философия не представляет собой систему знаний, которую можно было бы передать другим и тем самым обучить их» [59]. И ещё он же: «… Философию нельзя определить и ввести в обиход просто определением или суммой сведений о какой-то области, этим определением выделенной. <…> Когда нам читают лекции по физике, химии, ботанике, социологии или психологии, то мы вправе ожидать, что нам будет сообщена при этом какая-то система знаний и методов и мы тем самым чему-то научимся. Но в данном случае у нас нет такого права, и мы не должны поддаваться соблазну этого ожидания. Философия не может никому сообщить никакой суммы и системы знаний, потому что она просто не содержит её, не является ею» [60].

Но я, как автор-составитель предлагаемого пособия, в чьей научной и педагогической практике неизбежно оставляли следы многочисленные мероприятия по насаждению «единственно верного» способа познания действительности, начиная с послевоенных лет (50-е годы) и в течение последующего полустолетия, выработал собственное отношение к научной и, в особенности, методической литературе по системной проблематике и отдаю его на суд предполагаемым читателям. Без личного критического фильтра невозможно брать какие-либо идеи и обобщения *обязательно* (!) *из самых последних публикаций*, как это требуют современные педагогические дирижёры. Поэтому есть смысл, познакомившись с трудами Берталанфи и Богданова, обратить внимание и ещё на ряд не «самых последних» текстов, публиковавшихся в ежегодных сборниках «Системные исследования», которые стали выходить на русском языке, начиная в 1969 года. Ещё в восьмом по счету сборнике в предисловии было указано, что Институт истории естествознания и техники АН СССР и редакционная коллегия при издании сборников исходили из необходимости освещения методологических проблем системных исследований «с позиций марксистко-ленинской философии» [65]. Но уже в сборнике, изданном в 2004 году, включающем ряд статей по проблемам экономики, управления, исследования социологических и политико-правовых проблем, нет ни одной ссылки на классиков «единственно верного учения», которые в доперестроечные годы были обязательны.

Тем не менее именно в этом ежегодном потоке разномыслия присутствуют статьи и обзоры отечественных учёных, знакомство с которыми может помочь в формировании основ системного миропонимания. Так, представляют интерес статьи, помещенные в сборнике [66], в разделе «Памяти Э.Г. Юдина», одного из последних ещё *советских* философов, принимавшего участие в основании упомянутых ежегодников. Раздел открывается статьёй Игоря Викторовича Блауберга (1926-1990) «Из истории системных исследований в СССР: попытка ситуационного анализа», прочтение которой поможет ощутить и оценить только недавно изменившийся мировоззренческий климат той эпохи. Кроме того большой интерес (с моей точки зрения) представляет монография Блауберга, включающая его основные работы [67], а также его совместный труд с Э.Г. Юдиным [68], вышедший значительно раньше.

Разделяя высокую оценку вклада Берталанфи в учение о системах, даваемую многими современными естествоиспытателями, инженерами и философами, я всё-таки попытаюсь изложить суть его концепции несколько подробнее.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ Л. ФОН БЕРТАЛАНФИ

Введение к книге Людвига фон Берталанфи «Общая теория систем» [47] называется «Системы повсюду». В ней автор изложил пути вхождения слова «система», ставшего широко употребительным понятием, в современный научный словарь и даже «в обыденное мышление, в жаргон и в средства массовых коммуникаций» [48].

Само слово «система», в частности, в русском языке уже давно использовалось в качестве недвусмысленного термина в ряде традиционных научных направлений. Так, в словаре

1909-го года издания указывается, что в философских текстах это:

«1) Соединение однородного знания в одно целое, исходя из какой-либо общей идеи, с целью познания какой-либо области явлений или всего мироздания. 2) Система солнечная. 3) Система мира, гипотеза об устройстве и происхождении вселенной, напр., Лапласа. 4) Система геологическая. 5) Система сельского хозяйства» [69].

Вслед за развитием фундаментальной науки и её приложений (техники или «практики», как любят говорить философы) этот термин стал входить в тексты новых направлений и разделов, включаясь одновременно в «язык коридоров, улиц и площадей». Такова судьба любых научных терминов, которые сперва «мобилизуются» из обыденного языка, будучи «обычными словами, которые употребляются необычным образом» [3], а затем они снова возвращаются в речь и тексты людей, которых в социологической и политологической литературе называют «широкими народными массами». Этот процесс «терминологической демократизации» затрагивает не только науку и технику, но и искусство, в недрах которого при самых высоких достижениях всегда вызревала безвкусица и кич. Сейчас это называют *пошлостью*.

[В этимологическом словаре русского языка указывается, что слово *пошлый* возникло в результате изменения значения на основе др.-русск. *пошьлый* – «старинный, обычный» [70]. В словаре Даля [71] это слово сопровождается двумя пометками: *Стар.* – давний, стародавний, что исстари ведётся; старинный, древний, испоконный. И ныне – избитый, общеизвестный и надокучивший, вышедший из обычая; неприличный, почитаемый грубым, простым, низшим, подлым, площадным; вульгарный, тривиальный.]

Таким образом, *опошление* научных терминов наступает тогда, когда, ставши привычным, слово снова *пошло́ в народ*. Но самое главное не то, что оно общеизвестное или даже вульгарное, а то, что оно, попав в обойму речевых штампов, стало употребляться не по назначению, хотя и в наукоподобном тексте. Берталанфи называл это «порождением преходящей моды».

Как выше было сказано, слово «система» вошло как в строгий научный лексикон, так и в обыденный русский язык, ставши модным словесным украшением, где-то в 70-е годы прошлого столетия. В наше время подобный речевой штамп возник и на основе термина «парадигма», введённого Томасом Куном в культурный научный язык [72]. Есть признаки опошления ряда других конкретных понятий, например, «экология» в словосочетаниях «экологичность» и «экологически чистые продукты». На очереди «наноматериалы» и «нанотехнология», «синергетика» и даже «модернизация», «инновация» и др. Если не касаться опошления как перехода в пространство бытовых образов и привычек даже ряда мировых художественных шедевров (например, тема первой части 40-й симфонии Моцарта как позывной сигнал мобильника или образ Джоконды с «дополнениями» на рекламных щитах), то следует упомянуть случай уже не столь безобидного опошления, как вышеупомянутое.

Это пример «терминологической демократизации» понятия *статистика*, которое многими толкуется недостаточно обоснованно и даже превратно. Сам этот термин за четверть тысячелетия с момента предполагаемого введения в науку прошёл сложный путь приложений и истолкований, среди которых присутствуют и весьма контрастные.

«Сейчас … совсем новый смысл придаётся математической статистике: она рассматривается как метанаука [< гр. meta после, за, между; в современной логической терминологии используется для обозначения таких систем, которые служат, в свою очередь, для исследования и описания других систем. – Ю.Е.], и этот новый смысл вкладывается в старое слово «статистика». <…> Желая избежать удручающих споров, мы предложили иное понимание статистики назвать новым термином – «математическая теория эксперимента»» [73].

Но в наши дни опошлению подвергается не статистика, а «методы прикладной математической статистики», которые применяются при количественной обработке данных эмпирических исследований (наблюдение и эксперимент), проводимых не только в области естественных наук и техники, но и в гуманитарной сфере. Не будем касаться естествознания в общепринятом смысле слова, но взглянем на практику выяснения «взглядов» и «точек зрения», разделяемых «широкими народными массами» по самым разным проблемам текущих дней, – будь то события в области экономики и политики или образования и судебной практики. Ярким примером такой

деятельности может служить проведение интерактивных опросов по разнообразным проблемам, сопровождающихся голосованием, как это делает, например, руководство радиостанции «Эхо Москвы». Организаторы этого мероприятия скорей всего не знакомы с основными понятиями теории вероятности и математической статистики. Я подозреваю, что они не знают, что такое репрезентативная выборка, которой необходимо придерживаться при отборе образцов для последующего анализа или при опросе. И скорей всего им вовсе неведом смысл терминов *рандомизация*, *доверительный интервал*, *доверительная вероятность* и ряда других. Когда ведущий программу задаёт вопрос, касающийся какой-либо злободневной тематики и ожидает ответа в виде «да или нет», «за или против», то его вполне устраивает сотня позвонивших. И здесь дело даже не в том, велик или мал такой объем выборки, а в том, что итоги этого опроса не могут отражать мнение российских граждан ни в городском, ни в государственном масштабах. Это только опрос слушателей радиостанции «Эхо Москвы», взгляды которых нельзя отождествлять со взглядами всех остальных жителей нашей страны, имеющих российский паспорт. Практика подобных опросов скорей всего давно зарекомендовала себя в качестве одного из приёмов манипуляции сознанием [74-77]. Так что, если такая практика и может служить примером опошления научной методологии, то всё-таки меньший вред она причиняет мировоззрению людей, чем в случае целенаправленного жонглирования фразами с целью внедрения в сознание граждан «готовых мнений в удобной расфасовке» [77, с. 279].

Формирование системного мышления по словам Берталанфи «…играет ведущую роль в широком диапазоне человеческой деятельности – от индустриального предприятия и средств вооружения до эзотерических тем чистой науки» [48, с. 30]. Уже в первой половине прошлого столетия вспыхнул интерес к растущему кругу сложных устройств и связанных с ними понятий. Помимо энергетических установок появилась автоматическая и вычислительная техника, дистанционные средства связи и т.д. Стремительно разрастающаяся техносфера стала остро нуждаться в кадрах, способных её обслуживать и развивать, что «… привело к изменению «идеологии» исследования. Техника стала рассматриваться в категориях не отдельных изделий, а «систем», включающих в себя не только разнородные технические процессы – механические, электронные, химические и т.д., но и отношения между человеком и машиной, а также многочисленные финансовые, экономические, социальные и политические проблемы. <…> Всё это привело к тому, что «*системный подход*» стал насущной необходимостью. Если дана некоторая цель, то для того, чтобы найти пути и средства её реализации, требуется специалист (или группа специалистов) по системам, рассматривающий альтернативные решения и выбирающий те из них, которые обеспечивают оптимизацию, наибольшую эффективность и минимальные затраты в чрезвычайно сложных сетях взаимодействий. Для решения указанных проблем требуются тщательно разработанные технические приёмы и современные вычислительные машины, значительно превосходящие временные и умственные возможности математики вчерашнего дня. Современные вычислительные машины, автоматизация и кибернетизация и системная наука, вместе взятые, представляют собой развивающуюся в последние десятилетия новую техническую революцию, то, что можно назвать «второй промышленной революцией»» [48, с. 31].

Таким образом, в анализе этой революции, представленном Берталанфи, перечислены не только новые «промышленные» и «технические» объекты и процессы, но и связанные с ними вышеупомянутые финансовые, экономические, социальные и политические перемены.

В этот список гуманитарных проблем следует добавить ещё и задачи, связанные с *образованием* и *просвещением*. [Эти педагогические термины полезно различать по аналогии с афоризмом Г.В. Плеханова, говорившего, что сообщение многих сведений немногим – это пропаганда, а немногих сведений многим – агитация; так что образование – аналог пропаганды, а просвещение – агитации.] Диалог человека с природой в общем случае сводится к следующим видам деятельности:

1) преобразование материальных природных ресурсов, требующее приложения трудозатрат, и создание новых сложных и наукоёмких объектов техносферы; 2) разработка новых направлений в фундаментальных и прикладных науках, которые могут обеспечить успешную оптимизацию этого преобразования, – то, что называют научно-техническим прогрессом; 3) развитие образовательного

процесса, формирующего профессионалов, могущих применять известные технологии, и творцов новых технологий на основе последних достижений науки; 4) деятельность в области просвещения, чем ещё в советские времена занималось Общество по распространению научных знаний.

Таким образом, в диалоге человека с природой, включающей техносферу, принимают участие не только «созидатели», которых меньшинство, но и большинство всех остальных людей, которых можно назвать «потребителями». Поскольку при протекании этого диалога человечество постоянно будет входить в контакт со сложными и неизбежно усложняющимися объектами и понятиями, то будет востребован и спрос на соответствующий уровень *образования*, получаемого «созидателями», и *просвещения*, которое формирует у «потребителей» по выражению Н.В. Тимофеева-Ресовского «ориентировочное знание». В связи с этим расширяется, усложняется и уточняется поток научных терминов, которые постоянно будут находиться под угрозой «опошления», что будет мешать пониманию сути устройства (строения) и функции любой сложной системы. Это могут быть системы как более или менее известные, так и новые (вновь открытые или техногенные). А так же системы материальные и воображаемые (теоретические, виртуальные). Поэтому живой, растущий научный лексикон должен быть одинаково доступным и понятным для любого культурного члена общества.

По словам Берталанфи «дело заключается не только в технических усовершенствованиях, благодаря которым создаются более крупные и улучшенные изделия (или более прибыльные, обладающие большой разрушающей способностью, или то и другое вместе). Изменяются основные категории мышления, причём сложность современной техники – только одно и, возможно, не самое важное проявление этого. Так или иначе, но во всех областях современного знания мы вынуждены сталкиваться с необходимостью анализа сложных объектов, определённых «целостностей» или «систем». *Это ведет к фундаментальной переориентации научного мышления*» [48, с. 31] (Курсив мой – Ю.Е.).

Далее Берталанфи, обсуждая историю теории систем, напомнил, что именно он ещё в 30-е годы, рассматривая проблемы метаболизма и роста, предложил программу теории открытых систем (пока что в круге понятий термодинамики), основываясь на том, что организм является именно такой системой. Поэтому, пишет он, «… возникла необходимость распространить традиционную физическую теорию на биофизику путём обобщения кинетических принципов и термодинамической теории; в рамках последней была разработана термодинамика необратимых процессов. Впоследствии оказалось возможным дальнейшее обобщение. Выяснилось, что ко многим явлениям биологии, а также явлениям бихевиоральных и социальных наук применимы определённые математические понятия и модели, которые неприложимы к объектам, исследуемым в физике и химии, и в этом смысле превосходят физику как образец «точной науки» [48, с. 36].

[Бихевиоризм <англ. behaviour поведение. Направление в психологии 20 в., считающее предметом психологии не сознание, а поведение, которое понимается как совокупность физиологических реакций на внешние стимулы].

И ещё он же: «Стало также очевидным структурное подобие, изоморфизм таких моделей, построенных для различных областей; при этом в центре внимания оказались проблемы порядка, организации, целостности, телеологии и т.д., которые демонстративно исключались из рассмотрения в механистической науке. Такова в общих чертах исходная идея «общей теории систем» [48, с.37]. [Телеология <гр. telos (teleos) цель. Учение о цели и целесообразности.].

Первое время само словосочетание «теория систем» в международном научном сообществе вызвало критику, которая видела в нём только «фантастическую и самонадеянную концепцию». Но в дальнейшем, по словам Берталанфи, «… начали осознавать, что такие возражения упускают из виду то, для чего, собственно, была выдвинута теория систем, а именно задачу построения научного объяснения и теоретического знания в тех областях науки, где прежде их не было, и достижения более высокой степени обобщения, чем это позволяют сделать специальные науки» [48, с. 38].

Берталанфи цитирует письмо экономиста К. Боулинга, направленное ему в 1953 г.: «Я, кажется, получил выводы, которые во многом сходны с Вашими, хотя пришёл к ним от экономики и социальных наук, а не от биологии: существует некоторая основа – я назвал

её: «общей эмпирической теорией», Вы очень удачно – «общей теорией систем», которая широко применима во многих различных дисциплинах. Я уверен, что многие люди во всём мире подошли по существу к той же позиции, что и мы, но все мы рассеяны и не знаем друг друга, так как очень трудно пересечь границы отдельных научных дисциплин» [48, с. 38].

На ежегодном конгрессе Американской ассоциации развития науки было организовано «Общество исследований в области общей теории систем» в целях содействия развитию «… теоретического анализа систем, результаты которого могут применяться более чем к одному из традиционных разделов научного знания. Его главные функции таковы: 1) исследование изоморфизмов понятий, законов и моделей в различных областях науки для их переноса из одной дисциплины в другую; 2) способствование построению адекватных теоретических моделей для тех областей науки, в которых они отсутствуют; 3) минимизация дублирования теоретических исследований в различных научных областях; 4) содействие выявлению единства науки путём установления связей между специалистами различных наук» [48, с. 38].

Образование этого общества возникло как отклик на объективный процесс интеграции научных знаний, поскольку утвердилось понимание, что без всесторонне разработанных, а не только провозглашаемых, представлений о «единстве природы» невозможно уяснить, каким образом она отвечает на «сумму технологии». (Это словосочетание является скорее философской метафорой, а не научным термином, и принадлежит польскому писателю Станиславу Лему [78].) Дело в том, что если *изучение* природы ещё может в какой-то мере осуществляться методами, сложившимися в рамках отдельных научных направлений, и даже если прикладные науки (в частности, технические науки, инженерное дело) в многом уже интегрированы (так как направлены на преобразование вещей и веществ разнообразными методами), то *реакцию* природы, её ответ на *антропогенное давление* (термин, недавно вошедший в экологический лексикон) невозможно предугадать и объяснить, пользуясь сводом понятий какой-либо одной естественной науки. Чтобы понять этот «ответ», находясь в «диалоге с природой», нужен, образно говоря, консилиум наук с неизбежным привлечением гуманитарных знаний и даже искусства. Как заметил американский социальный философ, историк и архитектор-проектировщик Льюис Мамфорд (1895-1990), «Если дерзостно метафоричный язык поэзии окончательно уступит место выхолощенному языку компьютера, то может исчезнуть нечто весьма важное для человеческого творчества, в том числе и в области науки» [79].

Возникает исторически обусловленная необходимость синтеза знания, включающего не только освоенные сведения в рамках традиционных наук, но и синтеза обобщённых представлений для тех областей науки, в которых они отсутствуют. Как писал ещё в тридцатых годах прошлого века В.И. Вернадский, «синтетическое изучение объектов природы – её естественных тел и её самой, как «целого» – неизбежно вскрывает черты строения, упускаемые при аналитическом подходе к ним и даёт новое. Этот синтетический подход характерен для нашего времени в научных и философских исканиях. Он ярко проявляется в том, что в наше время грани между науками стираются; мы научно работаем по *проблемам*, не считаясь с научными рамками» [80].

Межпредметное выстраивание интегрированной (синтетической) научной картины мира на основе расширения и углубления естественнонаучной фактологии неосуществимо без усовершенствования технических устройств, исследовательских приборов, предназначенных для получения разносторонней информации об объектах окружающей среды и управления ими. В истории науки и техники можно выделить две линии событий. Одна из них – изложение истории в «лицах и судьбах», то есть рассказ о том, кто, где, когда и при каких обстоятельствах увидел, обнаружил, сформировал, доказал и т.д. Эту историю самодвижения мысли, можно излагать и как «драму идей». Но и в том и в другом случае её можно рассматривать как некий метафизический, космический процесс, «жизненный порыв» Анри Бергсона [81] (французский философ, лауреат Нобелевской премии; 1859-1941), своего рода могучий поток творческого формирования.

Наряду с этим персонифицированным потоком открытий и изобретений можно вообразить себе ещё один поток, или даже своего рода «эстафету» техносферной эволюции исследовательских приборов. Так, например, историю технических средств геометрической оптики можно излагать, начиная с демон-

страции двухлинзового микроскопа З. Янсена (1590 г.) и зрительной трубы Галилея (1609 г.) до современного парка микроскопической и телескопической техники, связанной в наше время с преобразованием не только видимого света, но и электромагнитных волн в широком диапазоне частот. А после открытия Генрихом Герцем радиоволн (1888 г.) возникли новые комплексы областей науки – радиофизика, радиоэлектроника и области их практического приложения – радиосвязь, телевидение, радиолокация, радиоспектроскопия и др. И эти новые научные направления тоже можно проиллюстрировать в виде последовательности устройств и приборов, отражающей идею эволюции уже не в живой среде (в понимании Ламарка и Дарвина) или в мировоззренческой сфере, а в области техники.

Такого рода взаимосвязанная эволюция идей и их разносторонней реализации на основе совершенствования парка приборов исследования и управления привела к появлению новых разделов науки и техники. Берталанфи упоминает три знаковых события середины прошлого столетия:

«В 1948 г. вышла в свет «Кибернетика» Норберта Винера, которая обобщила и подвела итоги научных достижений того времени в вычислительной технике, теории информации и теории саморегулирующихся устройств. Тот факт, что три фундаментальных исследования – «Кибернетика» Винера, теория информации К. Шеннона и У. Уивера (1949 г.) и теория игр Дж. Фон Неймана и О. Моргенштерна (1944 г.) – появились почти одновременно, представлял собой, конечно, одно из совпадений, которые случаются, однако, лишь тогда, когда идеи витают в воздухе. Винеровские кибернетические понятия, в частности, понятия обратной связи и информации, далеко выходят за пределы техники; они приложимы к явлениям биологии и социологии» [48, с. 39].

Если обратиться к истории этих «винеровских» понятий, то по свидетельству самого создателя «Кибернетики» они довольно быстро вошли в межпредметный лексикон после публикации статьи «Поведение, целенаправленность и телеология» (авторы: А. Розенблют, Н. Винер, Дж. Бигелоу, врач-нейрофизиолог, математик и инженер) [82, с. 297]. Эти соавторы пришли к взаимопониманию, обсуждая смысл обратной связи, понятия, которое давно находилось в словаре исследователей и инженеров, занимающихся проблемами связи, управления и статистической механики. На этом принципе основана работа механических часов, паровых машин, а в радиоэлектронике он проявляется в схеме усилителя с колебательным контуром и при создании частотно-избирательных систем, фильтров и т.п. Винер и Бигелоу работали в 40-е годы над созданием приборов наблюдения за полётами самолётов и управления зенитным огнём.

Эта конкретная инженерная проблема находилась в прямой зависимости от наличия быстродействующих вычислительных машин, в частности, для решения дифференциальных уравнений в частных производных и устройств, способных предсказывать криволинейную траекторию полёта (самолёта, ракеты и др.) на основании данных предшествующих наблюдений.

Как пишет Винер, – «… Я оказался работающим над военным проектом, в котором Джулиан Х. Бигелоу и я совместно проводили разработку теории предсказания и конструирования устройств, воплощающих её результаты» [82, с. 49]. С другой стороны Розенблют подтвердил, что с позиций нейрофизиологии, где понятие обратной связи тоже получило «прописку», можно объяснять патологическое состояние, «при котором больной, пытаясь выполнить сознательное действие, например, поднять карандаш, проскакивает мимо цели и совершает не поддающиеся контролю колебания. <…> Называется оно интенционным тремором и часто связано с повреждением мозжечка» [82, с. 52].

И ещё: «Таким образом, оказалось, что наше предположение о значительной роли обратной связи в системе управления человека можно подтвердить ссылкой на бесспорное сходство расстройства систем с обратной связью и общеизвестной в медицине формой патологии целенаправленного организованного поведения человека» [83, с. 220].

«С самого начала я был поражён сходством между принципами действия нервной системы и цифровых вычислительных устройств. Я не собираюсь утверждать, что эта аналогия является полной и что мы исчерпаем все свойства нервной системы, уподобив её цифровым вычислительным устройствам. Я хотел бы только подчеркнуть, что в некоторых отношениях поведение нервной системы очень близко к тому, что мы наблюдаем в вычислительных устройствах» [83, с. 252].

Таким образом, недавняя история научной методологии на примере очерка фон Берталанфи [49] о статусе общей теории систем и публикациях Винера, связанных с возникновением кибернетики [84], демонстрирует тенденцию не только межпредметной интеграции «автономных» наук, но и рождение «наддисциплинарных» учений.

Я как автор-составитель прошу ещё раз не посетовать на дословное цитирование текста научных «первопроходцев», но лучше не скажешь:

«В течение многих лет д-р Розенблют разделял со мной убеждение, что самыми плодотворными для развития наук являются области, оставленные в пренебрежении по той причине, что они были «ничьей территорией» между различными сложившимися науками. После Лейбница, быть может, уже не было человека, который бы полностью обнимал всю интеллектуальную жизнь своего времени. С той поры наука становится всё более делом специалистов, области компетенции которых обнаруживают тенденцию ко всё большему суждению. Сто лет тому назад хотя и не было таких учёных, как Лейбниц, но были такие, как Гаусс, Фарадей, Дарвин. <…> Специализация дисциплин всё время возрастает и захватывает всё новые области. В результате создаётся ситуация, похожая на ту, которая возникла, когда в Орегоне одновременно находились и поселенцы из Соединённых Штатов, и англичане, и мексиканцы, и русские, – сложный и запутанный клубок открытий, названий и законов. … Существуют области научной работы, исследуемые с разных сторон чистой математикой, статистикой, электротехникой и нейрофизиологией. В этих областях каждое понятие получает особое название у каждой группы специалистов и многие важные исследования проделываются трижды или четырежды. В то же время другие важные исследования задерживаются из-за того, что в одной области не известны результаты, уже давно ставшие классическими в смежной области. <…> Д-р Розенблют всегда настойчиво утверждал, что действенное изучение этих белых пятен на карте науки может быть предпринято только коллективом учёных, каждый из которых, будучи специалистом в своей области, должен быть, однако, основательно знаком с областями науки своих коллег. При этом необходимо, чтобы все привыкли работать совместно, зная склад ума другого, оценивая значение новых идей коллеги прежде, чем эти идеи будут точно сформулированы. От математика не требуется умения провести физиологический эксперимент, но он должен уметь понимать такой эксперимент, уметь подвергнуть его критике и уметь предложить новый эксперимент. От физиолога не требуется умения доказать определённую математическую теорему, но физиолог должен быть в состоянии понять её значение для физиологии и указать математику направление поисков» [82, с. 44].

Таким образом, при сближении, пересечении и слиянии различных естественных, а в дальнейшем и гуманитарных, наук, что приводит к выстраиванию межпредметных («гибридных») и надпредметных учений, нередко возникает неразбериха понятий как следствие «терминологической демократии». В связи с этим Винер вспоминает:

«… Наша работа затруднялась отсутствием единства в литературе, где эти задачи трактовались, и отсутствием общей терминологии или хотя бы единого названия для этой области. После продолжительного обсуждения мы пришли к выводу, что вся существующая терминология так или иначе слишком однобока и не может способствовать в надлежащей степени развитию этой области. По примеру других учёных, нам пришлось придумать хотя бы одно искусственное неоргреческое выражение для устранения пробела. Было решено назвать всю теорию управления и связи в машинах и живых организмах *кибернетикой*, от греческого κυβερνήτησ – «кормчий».

Выбирая этот термин, мы тем самым признавали, что первой значительной работой по механизмам с обратной связью была статья о регуляторах, опубликованная Кларком Максвеллом в 1868 г., и что слово «governor», которым Максвелл обозначал регулятор, происходит от латинского искажения слова «κυβερνήτησ». Мы хотели также отметить, что судовые рулевые машины были действительно одними из самых первых хорошо разработанных устройств с обратной связью» [82, с. 56].

[*Примечание редактора*. Как оказалось, слово «кибернетика» не является неологизмом. Оно встречается довольно часто у Платона, где обозначает искусство управлять кораблём, искусство кормчего, а в переносном смысле – также искусство управления людьми. В 1834 г.знаменитый французский физик А.М. Ампер, занимавшийся также вопросами классификации наук, назвал, по принци-

пу древних, кибернетикой (cybernétique) науку об управлении государством. В таком значении это слово вошло в ряд известных словарей XIX в. Ампер относил кибернетику вместе с «этнодицеей» (наукой о правах народов), дипломатией и «теорией власти» к политическим наукам, причём кибернетика и теория власти составляли у него «политику в собственном смысле слова».]

* * *

В своём обзоре [48] Берталанфи убедительно продемонстрировал тесную связь системных исследований и кибернетики. Кроме этого он указал на роль «классической» теории систем, в которой рассматриваются некоторые формальные системные свойства, относящиеся к любой сущности, являющейся системой; это может быть, например, открытая система, иерархическая система и т.п., даже если неизвестен её состав, структура, связи, отношения, природа.

Он пишет: «Примером могут служить обобщённые принципы кинетики, применимые, в частности, к популяциям молекул или биологических существ, т.е. к химическим и экологическим системам; уравнения диффузии, используемые в физической химии и для анализа распространения слухов; применение понятия устойчивого равновесия и моделей статистической механики к транспортным потокам, аллометрический анализ биологических и социальных систем и т.д.» [48, с. 43]. [Аллометрия греч. allos – другой, metron – мера; термин имеет отношение к описанию и анализу процессов неравномерного роста; например, отрицательная аллометрия при замедленном росте головы у ребёнка и положительная – при росте рогов у жвачных животных. В зоологии аллометрия проявляется изменением как пропорций тела, так и темпов разлития различных органов. Подобная неравномерность роста, развития, прогресса и т.п. имеет место и в социальных системах. – Ю.Е.]

Кроме того Берталанфи подчеркнул роль использования вычислительных машин и моделирования как при изучении систем различной природы, так и при организации приёмов управления ими, что полностью совпадает с мнением Винера. Далее он перечисляет несколько теорий, сформировавшихся в известной степени «автономно», но ставших в наше время методологическим и понятийным аппаратом системных исследований. Вот их перечень: теория ячеек, теория множеств, теория графов, теория сетей, теория информации (в смысле Е. Шеннона и У. Уивера), теория автоматов (в частности, машина Тьюринга), теория игр, теория решений, теория очередей.

Обсуждая растущее пристрастие к математическому моделированию, которое стало модным атрибутом обработки данных эмпирических методов исследования после создания и распространения электронных вычислительных машин, Берталанфи высказался за сохранение традиционного способа использования моделей, сформулированных на обычном языке. Он считает, что «… вербальная модель лучше, чем отсутствие модели вообще или использование математической модели, которая при насильственном насаждении фальсифицирует реальность. <…> Вероятно, лучше иметь сначала какую-то нематематическую модель со всеми её недостатками, но охватывающую некоторый не замеченный ранее аспект исследуемой реальности и позволяющую надеяться на последующую разработку соответствующего алгоритма, чем начинать со скороспелых математических моделей. Таким образом, модели, выраженные в обычном языке, оставляют себе место в теории систем» [48, с. 46].

Завершая обзор, Берталанфи пишет, что «… существует целый ряд моделей систем, более или менее развитых и разработанных. Некоторые понятия, модели и принципы общей теории систем, такие, как иерархический порядок, прогрессирующая дифференциация, обратная связь, системные характеристики, определяемые теориями множеств и графов, и т.д., широко применимы к материальным, психологическим и социокультурным системам; другие, как, например, понятие открытой системы, определяемой обменом веществ, ограничены определёнными подклассами систем. Как показывает практика прикладного анализа систем, применение различных моделей систем зависит от специфики рассматриваемых в том или ином случае проблем и соответствующих операциональных критериев» [48, с.50].

6. «ТЕКТОЛОГИЯ» АЛЕКСАНДРА БОГДАНОВА КАК ПРЕДТЕЧА ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

В четвёртной главе уже была упомянута роль Александра Александровича Богданова как одного из создателей учения о системах и в сущности предшественника Берталанфи. Разумеется, что предлагаемое пособие не может быть источником подробного изложения взглядов этого мыслителя. Для этого следует непосредственно обратиться к его двухтомнику, который был переиздан в «перестроечные» годы [54, 55]. Будучи не только учёным с широким спектром интересов, но и политиком, Богданов так понимал одну из основных задач нашей новой культуры:

«Восстановить по всей линии связь труда и науки, связь, разорванную веками предшествующего развития. Решение задачи лежит в новом понимании науки, в новой точке зрения на неё: наука есть *организованный коллективно-трудовой опыт* и орудие организации коллективного труда. <…> Душа науки, основа её творчества – её методы, т.е. способы, которыми она вырабатывает истину» [85]. (Курсив мой – Ю.Е.).

Уже в этой статье Богданов использует ключевой термин современных системных учений – *организация*, который присутствует в названии его главного труда в качестве подзаголовка: Всеобщая *организационная* наука. Он был сторонником создания целостной картины мира, которая должна выражаться в стремлении, в тяге к единству науки. Попытки универсализации законов науки предпринимались давно, являясь своеобразным ответом на существование сформулированного Оккамом логического «фильтра». Здесь уместно ещё раз обратить внимание на высказывания Лейбница и Планка, приведённые в разделе 3.3. В этом отношении богдановская концепция изыскания общезначимого научного языка «… не ограничивается поисками внутри одной области или универсализацией одного принципа, а создаёт тектологические модели различных типов и форм организации, схемы, *приложимые к любым объектам и процессам, независимо от их материальной основы*» [86]. (Курсив мой – Ю.Е.).

По словам самого Богданова, – «Задача сводится к минимальному числу наиболее повторяющихся элементов; из неё выделяются и отбрасываются многочисленные осложняющие моменты; понятно, что решение к более частной задаче совершается путём обратного включения устранённых конкретных данных. Так мы приходим к вопросу об *универсально-обобщенной* постановке задач. Это и есть *наша* постановка. Она должна охватывать все реальные и возможные задачи – и *познавательные*, и *практические*. Здесь лежит различие со всеми прежними точками зрения, не только специально-научными, но и так называемыми «философскими», в самом широком значении этого слова» (курсив Богданова) [55, часть 1, с. 46].

Пожалуй, Богданов был одним из первых методологов науки, перешагнувших границы не только познавательной и практической деятельности, но и исторически сложившееся разграничение естественных и гуманитарных наук. Так, обсуждая принцип Ле Шателье и закон Либиха (см. главу 2), он заметил, что «закон равновесия» Ле Шателье (в наше время принято упоминать и Брауна) применим не только к описанию физико-химических систем и процессов, но и биологических, психических и даже социальных, что раньше воспринималось как ересь, выходящая за рамки ортодоксального марксизма.

Вот что, например, содержалось в обширной статье о Богданове в 6-м томе БСЭ первого издания (авторы Е.Б. Солнцев и Н.А. Карев):

«Подобно эмпириокритицизму, эмпириомонизм Богданова и его «Тектология» не выдерживают научной критики. <…> Организационная точка зрения Богданова, кроме того, несостоятельна сама по себе» [87]. Аргументация потрясающая! Как тут не вспомнить некоего Василия Семи-Булатова, персонажа чеховского «Письма к учёному соседу»: «Этого не может быть, потому что этого не может быть никогда. Как Вы могли видеть на солнце пятны, если на солнце нельзя глядеть простыми человеческими глазами, и для чего на нём пятны, если и без них можно обойтиться?» [88].

Рассматривая закон относительных сопротивлений (закон наименьших), – « суммарная устойчивость комплекса по отношению к данной его среде есть, очевидно, сложный результат *частичных* устойчивостей разных частей этого комплекса по отношению к направленным на них воздействиям», Богданов

пишет, что «… Принцип относительных сопротивлений не представляет сам по себе ничего нового для науки: в механике, в физике, в технических науках он сформулирован давно и применяется с большой точностью. Но каждой науке приходилось открывать его отдельно. Так, для агрономии открыл его только в прошлом веке Ю. Либих, который и дал ему название «закон minimum». Там – это основная формула урожайности» [55, часть 1, с. 221]. Но далее он приводит примеры проявления этого закона при решении многих других практических задач: установка громоотвода, тактика военного манёвра, воспитание детей, проблемы общего и специального образования и т.п. Рассматривая проявление этого закона в социальной среде, он пишет: «Такое равнение по низшему» особенно ярко выступает в стадных действиях и эмоциях толпы. Толпа есть собрание индивидуумов, связанных на основе физической близости непосредственным подражанием. А его действие концентрируется на тех группах психических реакций, которые являются наиболее одинаковыми для всех; но таковы именно низшие группы, высшие – с их сложной дифференциацией – расходятся гораздо больше. Поэтому в толпе человек, сохранивший только небольшие остатки зоологического наследия в своей психике, может совершать такие же зверства, как другой, в котором это наследие преобладает над социальностью. <…> Закон наименее благоприятных условий сурово властвует над человечеством, пока оно не овладеет им. Здесь для тектологии возникает вопрос: как овладеть им в культурной сфере, чтобы не получилось такого равнения по низшему, которое подчиняет цивилизацию пережиткам дикости» [55, часть 1, с. 242] (Примеры «равнения по низшему»: «Скорость движения отряда – не выше скорости хромого пешехода; минимальный размер оплаты труда как оценка уровня качества жизни.)

Главу о вкладе Богданова в учение о системах есть смысл завершить оценкой его труда, данной в предисловии к изданию 1989 года (автор не указан): «… Состоялась ли тектология как специальная наука? Мы считаем, что ответ на этот вопрос неоднозначен. Если иметь в виду претензии её автора разработать обобщённую концепцию всякой теории и практики, то ответ должен быть отрицательным. Такой же ответ следует дать на вопрос о том, является ли тектология общей теорией, характеризующейся строгостью исходных определений, известной логической завершённостью и специальным аппаратом. Известно, что в таком смысле не состоялась и «общая теория систем»; не оправдалась также и первоначальная претензия кибернетики на создание универсальных общетеоретических схем. В то же время реальный эффект кибернетики, системного подхода и им подобных общенаучных направлений заключается в проникновении новых идей и принципов в современное научные мышление, в его трансформации под влиянием *задач, методов и форм научного познания* (курсив мой – Ю.Е.). И в этом смысле тектологию как науку об организации можно считать состоявшейся, поскольку понятие организации подобно понятиям системы, структуры, связи, управления и т.п. стало неотъемлемой принадлежностью языка современной науки. Тектология по справедливости может быть названа первым в истории науки развёрнутым вариантом общесистемной концепции» [55, часть 1, с. 34].

7. ТРАДИЦИОННЫЕ И СЛОЖИВШИЕСЯ ПОСЛЕ БОГДАНОВА И БЕРТАЛАНФИ ФОРМЫ УЧЕНИЯ О СИСТЕМАХ

7.1. ТРАДИЦИОННЫЕ ФОРМЫ

Как было отмечено в первой главе, начиная с середины прошлого столетия в научно-технической литературе, а затем и в общественно-политических текстах стали широко использоваться термины, произведённые от слова *система*. Прежнее назначение этого термина заключалось в формировании языка (тезауруса, лексикона) описания сложных естественных, реально существующих в природе вещей, веществ, объектов и процессов, на которые можно было, образно говоря, показать пальцем. Кроме этого наука уже располагала некими продуктами мыслительных операций – анализа, синтеза, обобщения, классификации, абстрагирования, идеализации, – предназначавшихся для достижения двух главных целей фундаментальных наук – *объяснения* и *предсказания*. При этом следует иметь в

виду, что *объяснение* (как логическая процедура) применимо при описании «анатомического» устройства сложных объектов или находящихся в фазе статики. Динамический же аспект *объяснения*, т.е. описание поведения системы во времени, бывает востребован для обнаружения причин изменения свойств системы, на основе чего формируется логический аппарат *предсказания*. Системы могут быть сложными не только в «анатомическом» отношении как состоящие из большого числа частей (подсистем): сложным может быть их поведение.

Список традиционных терминов, произведённых от слова система, взятый из издания БСЭ 1945 года, приведён в первой главе. Практически все они связаны с «анатомическим» аспектом рассмотрения и анализа сложных объектов. Так, при описании состава изверженных горных пород (базальт, гранит и др.) указываются составляющие их конкретные минералы – плагиоклаз, авгит, оливин, полевой шпат, кварц, слюда и пр. Но ведь и в целом геологическая система Земли – есть описание совокупности отложений горных пород. Разумеется, у каждой горной породы, как изверженной, так и осадочной, есть своя история, описывающая её происхождение – источник и процесс формирования. Но это ретроспективный взгляд, предоставляющий объяснение состава и местонахождения этих геологических объектов. При изучении этих пород невозможно реально наблюдать динамическую картину их формирования, применяя логическую форму предсказания: в данном случае объяснение – есть предсказание, обращённое в прошлое. В реальности же в рамках техногенного времени (менее тысячи лет), когда нечто происходящее прослеживается «здесь и сейчас», можно обнаружить только признаки не возникновения этих пород (т.е. систем), а их распада и деструкции, что геологи и геохимики называют выветриванием – атмосферным и подводным. То же самое можно сказать и про комплекс наук, связанных с изучением кристаллического состояния вещества. Это – кристаллография и её разделы кристаллохимия и кристаллофизика, примыкающие к физике твёрдого тела. Эти науки тоже в основном относятся к «анатомическому» жанру. Строгие геометрические (стереометрические) правила построения кристаллов с учётом соразмерности расположения частей целого, т.е. симметрией, и сумма физико-химических свойств атомов химических элементов – вот та эмпирическая фактология, на основе которой можно обсуждать свойства и функции этих систем. Но динамический аспект функций кристаллов связывают, как правило, не с историей их возникновения по аналогии с горными породами, а с описанием явлений и процессов, происходящих при их взаимодействии с внешними факторами – электрическим током, корпускулярным и электромагнитным излучением различных длин волн, акустическими волнами, сжимающей или растягивающей силой (пьезоэлектрический эффект) и др. Так, в классической кристаллографии, например, в монографии Евграфа Степановича Фёдорова (1853-1919) термин *система* используется постоянно (система кубическая, моносимметрическая, соответственных точек и т.д.), а в предметном указателе отсутствует термин кристаллизация, который находится в лексиконе не системной кристаллографии, а химической технологии и смежных учений.

Термин *систематика* тоже «анатомического» предназначения, чисто описательный, так как используется при классификации, группировке неких взаимосвязанных явлений и предметов с учётом ряда естественно-исторических или культурных (например, в лингвистике, литературе и др.) факторов.

Знаменитый и поучительный пример систематики такого рода – Периодическая система химических элементов Дмитрия Ивановича Менделеева (1834-1907). Есть смысл подробнее рассмотреть логику его аналитического подхода. Открытый им «периодический закон» есть прямой продукт общелогического метода классификации. Этот давно ставший традиционным способ систематизации вещей, объектов, явлений, событий, процессов и даже самих закономерностей, связей, конструктов и т.п., заключается в том, что при сравнении классифицируемых объектов друг с другом обнаруживаются черты сходства и различия как в качественном, так и в количественном отношении. Первое требование классификации заключается в выявлении некоего единого основания, единой общности, отсутствие чего превращает сравнение в бессмыслицу.

Такого рода классификации широко применялись в науке и в прошлом. Так, например, шведский естествоиспытатель Карл Линней (1707-1778), начиная с простейшей очевидности, шаг за шагом построил свою ботани-

ческую систематику: «Всё, что встречается на земле, принадлежит *элементам* и *натуралиям*. Элементы просты, натуралии сложны. <…> Физика говорит о качествах элементов. *Естествознание* же о качествах натуралий. Натуралии распределяются по трём царствам природы: *камней*, *растений*, *животных*. Камни растут и живут. Животные растут, живут и чувствуют. <…> Ботаника есть естественная наука, которая учит познанию *растений* и т.д.» [90].

Д.И. Менделеев к открытию периодического закона пришёл в результате анализа связи между качественной и количественной сторонами химических элементов, т.е. связи между их химической индивидуальностью и массой, выраженной в атомном весе. Такое рассмотрение взаимной связи между различными сторонами элементов было вместе с тем рассмотрением взаимосвязи между их химическими и физическими свойствами. Менделеев писал по этому поводу, что у вещества и энергии, «… кроме присущей им вечности, есть свои – постижимые – общие самобытные признаки или свойства, которые и следует изучать на все лады. Посвятив свои силы изучению вещества, я вижу в нём два таких признака или свойства: *массу*, занимающую пространство и проявляющуюся в притяжении, а яснее или реальнее всего в весе, и *индивидуальность*, выраженную в химических превращениях, а яснее всего формулированную в представлении о химических элементах» [цит. по 91].

С точки зрения современного понимания логики системных обобщений главная ценность классической систематики заключается не только в упорядочении внешне разнородного множества объектов или понятий, чтобы сделать его обозримым и педагогически постижимым, а в том, что в результате выстраивания подобного «понятийного кристалла» обнаруживаются ранее неизвестные тенденции, например, в области иерархии признаков или даже могут быть выявлены некие вакансии в этом «кристалле». При построении своей системы Менделеев располагал сведениями о менее 70% элементов, из которых состоит окружающий нас материальный мир. В то время скорей всего даже не догадывались о существовании у природы исчерпывающего списка реально присутствующих в теле Земли элементов. Возможное существование за пределами Земли каких-либо других элементов тогда не обсуждалось, так как ещё не были разработаны методы дистанционной физической аналитики. Но даже эта ещё далеко не завершённая таблица позволила ему обнаружить ряд системных тенденций и «подсказала» существование неизвестных науке элементов. Так, обращая особое внимание на периодичность не физических, а химических свойств элементов, рассматривая, с одной стороны, атомные веса, а с другой – высшую валентность элемента в солеобразующих оксидах, он ценою изменений атомных весов ряда элементов обнаружил более строгое проявление периодичности. В последующем этому рискованному шагу наука нашла оправдание. Прежде всего были уточнены атомные веса девяти известных в то время элементов более совершенными методами (Be, In, La, Dy, Y, Er, Ce, Th, U). Затем у ряда элементов он изменил порядок следования друг за другом по горизонтали. Если раньше пришлось бы принять следующее расположение: Rh, Ru, Pd; Pt, Ir, Os, Au, то, руководствуясь «подсказкой» системы, Менделеев его изменил: Ru, Rh, Pd; Os, Ir, Pt, Au. В наше время уже никого не удивляет, что в современных всесторонне «рафинированных» таблицах кобальт стоит перед никелем, а теллур перед иодом, несмотря на «сбой» в тенденции возрастания атомного веса слева направо (см. приложение).

Дело в том, что Менделеев не мог руководствоваться закономерностями атомной и, тем более, ядерной физики. Эти науки возникли позже, после открытия Антуаном Анри Беккерелем (1852-1908) в 1896 г. радиоактивности урана. Так, на основании обобщения экспериментов английского физика Генри Мозли (1887-1915) было показано, что атомный номер элемента определяется зарядом ядра, а не атомной массой. Но заряд ядра в точности равен числу входящих в него протонов, а масса связана и с числом нейтронов. Это нейтральные частицы, количество которых в ядре может варьироваться, являясь причиной существования разновидностей атомов одного и того же элемента, различающихся по массе. Фредерик Содди, английский радиохимик, предложил в 1910 г. для этих разновидностей термин *изотоп* (гр. isos равный, одинаковый; topos место). Сначала были обнаружены радиоактивные изотопы, но затем Джозеф Томсон в 1913 г. и Астон в 1919 г. обнаружили стабильные изотопы.

Поэтому сейчас понятно, что кобальт «законно» стоит перед никелем, так как в его ядре 27 протонов, а у никеля 28. В то же время ко-

бальт – моноизотопный элемент, ядро атома которого включает 27 протонов и 32 нейтрона, а никель представлен смесью пяти изотопов с разным содержанием нейтронов в их ядрах и, несмотря на то, что во всех пяти его изотопах на один протон больше, чем у кобальта (28), в самом распространённом изотопе Ni-58 всего 30 нейтронов. Если же сравнивать атомные массы, руководствуясь первоначальным принципом Менделеева, то это можно было назвать исключением из правила» (58,9332 у Co и 58,70 у Ni), что недопустимо с позиций естественнонаучной методологии.

Так, после прямого (телескопического) открытия планеты Уран (В. Гершель, 1781 г.), было обнаружено, что его передвижение относительно видимых звёзд не подчиняется строго законам небесной механики: он к «предсказанному месту» опаздывал. Можно было устранить эту аномалию введением поправочных коэффициентов. Но тогда бы это выглядело как посягательство на закон *всемирного тяготения* Ньютона, лежащего в основе небесной механики. Реальная причина этого отклонения была выявлена расчетным методом (Дж. Адамс, 1845 г. и У. Ж. Ж. Леверье, 1846 г.). Была выдвинута гипотеза о существовании ещё одной неизвестной планеты, находящейся за орбитой Урана, которая своим присутствием вызывала эффект его опаздывания. Главная интрига этой «драмы идей» состоит в том, что для спасения принципа *всемирности тяготения* был взят на вооружение сам этот принцип. Так на основании логического принципа Оккама (не творите лишних сущностей…) был открыт Нептун. А «исключение из правил» лучше переадресовать гуманитарным наукам и, в особенности, экономике и политологии.

«Понятийный кристалл» Менделеева, периодический закон, «подсказал» ему существование ещё неизвестных в ту пору элементов, но их вакансии в таблице были настолько очевидны, что позволило ему не только обратить внимание на их красноречивое отсутствие в «арсенале» химии, но и предсказать их ключевые свойства – атомный вес, удельный вес и атомный объём. Три предсказанных элемента он назвал экабором, экаалюминием и экасилицием. (Экаэлементы Менделеева произведены от санскритского слова эка – один, в смысле первого аналога).

Так, например, им было показано, что в III группе (см. таблицу в приложении) имеется незанятое место между алюминием и индием, которое должен занять элемент «экаалюминий». Французский химик П.Э. Лекок де Буабодран в 1875 г. открыл новый элемент, названный им галлием. В своей статье он дал предварительное описание способа его открытия и некоторых его свойств. Через два месяца Менделеев печатает статью, где указывает, что галлий является предсказанным им экаалюминием и он должен иметь атомный вес около 68, удельный вес 6,0–5,9, а атомный объём 11,5. Лекок де Буабодран выполнил более тщательные эксперименты и подтвердил тем самым правоту Менделеева. Первое определение удельного веса дало величину 4,7; после уточнений было найдено значение 5,96. Атомный вес галлия оказался 69,9, атомный объем 11,7. По сути предсказание Менделеева было реализацией метода интерполяции, т.к. свойства «соседей» экаалюминия в таблице уже были известны, и никаких скачкообразных аномалий в упорядоченной системе («понятийном кристалле») быть не должно.

В 1879 г. Нильсон открывает скандий и показывает, что он обладает свойствами предсказанного экабора. В 1886 г. Винклер открывает германий, свойства которого совпадали со свойствами экасилиция.

Позже Менделеев, основываясь на проявлении аналогии свойств, имеющей место в группах, предсказал также существование аналогов марганца (будущие технеций и рений), теллура (полоний), иода (астат), цезия (франций), бария (радий), тантала (протактиний). Все эти элементы, каждый в своё время, заняли вакантные клеточки в периодической таблице, «понятийном кристалле», подобно тому, как по закону кристаллохимии существующая вакансия в кристалле может быть занята реальным атомом, но не каким угодно, а тем, свойства которого отражают закономерную тенденцию «гладкого» возрастания или убывания количественных параметров, описывающих эти свойства. Такого рода тенденции убедительно прослеживаются при взгляде на современную законченную форму периодической таблицы. Так, при сопоставлении всесторонне изученных свойств элементов в группе, идя «сверху вниз» (от лития до цезия или от фтора до иода), обнаруживается возрастание способности щелочных элементов, например, разлагать воду по реакции $2Э + 2H_2O \rightarrow 2ЭOH + H_2$. При этом, как пишут у учебниках и справочниках, литий «энергично» взаимодействует с водой, натрий – «бур-

но», рубидий – «реагирует со взрывом», а цезий – «мгновенно воспламеняется на воздухе». Окислительные свойства галогенов от фтора к иоду ослабевают. Фтор как окислитель вообще не имеет «конкурентов», в этом отношении ему уступает даже кислород. В элементном состоянии в природных условиях фтор не встречается, а полученный искусственно во избежание последствий его агрессивности должен находиться в закрытых сосудах. В то время как выделенный искусственно кристаллический иод может неограниченно долго пребывать в открытом виде.

В настоящее время эти и им подобные тенденции «анатомического» характера системы, которая существует не реально, чтоб можно было предъявить её органам чувств для восприятия, а как продукт мысленного обобщения, получили истолкование на основе закономерностей атомной (и в дальнейшем ядерной) физики. При этом «анатомия» атома – это тоже «понятийный кристалл», где электроны располагаются на разных уровнях, участвуя в различных «физиологических» актах, например, переходя с одного уровня на другой при возбуждении атома, или покидая внешнюю оболочку (а также включая дополнительный электрон извне) при образовании химических соединений. Образно говоря, химическая связь – это «игра» электронов периферийных оболочек.

В современной ядерной физике после введения в науку Резерфордом термина *ядро* и обнаружения помимо *электрона* (1897 г., Дж. Дж. Томсон) ещё двух элементарных частиц – *протона* (термин введён Резерфордом в начале 20-х гг.) и нейтрона (1932 г., Дж. Чедвик) сформировался самостоятельный раздел этой науки – физика элементарных частиц. Но проникновение человеческого разума вглубь материи на этом этапе не остановилось. Так, рассматривая понятийную иерархию (своеобразную системную «матрёшку») по аналогии с пирамидой Медаваров [11] (см. третью главу) объектов экосистем, биологи остановились на подсистеме генов, породив тем самым достаточно автономный раздел биологии – генетику. Но ген, будучи простейшим объектом живого вещества, подсистемой ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты) и РНК (рибонуклеиновой), представляет собой всего лишь участок молекулы ДНК (у некоторых вирусов РНК) состоящий только из атомов кислорода, водорода, азота, углерода и фосфора. Таким образом, ген является маргинальной (пограничной) подсистемой, находящейся «на стыке» биологии и химии. Но даже по мере проникновения в молекулярную структуру генетического материала «… всё труднее становится находить в молекулах ДНК границы того, что обозначают понятиями *ген* и *гены* как наследственные задатки, части генотипа» [23, с. 122]. Одним словом, как спрашивал Козьма Прутков: «Где начало того конца, которым оканчивается начало?»

Если продолжать рассмотрение этой понятийной иерархии вглубь материи, начиная с её классического физико-химического тезауруса, то можно придти от молекулярного «яруса» через атомный и ядерный к протону, который оказался тоже не элементарным, а состоящим из *кварков*. Физики считают, что мельче кварков нет ничего на свете; тем не менее и они соединяются между собой с помощью *глюонов* (анг. glue клей). Объекты физики элементарных частиц относятся к микромиру. Размер атома 10^{-10} м, атомного ядра – 10^{-14} м, протона и нейтрона – 10^{-15} м; размер электрона меньше 10^{-18} м, а кварки меньше 10^{-19} м.

«В современной физике термин «элементарные частицы» обычно употребляется не в своём значении, а менее строго – для наименования большой группы мельчайших частиц материи, подчинённых условию, что они не являются атомами или атомными ядрами (исключение составляет протон). В эту группу помимо протона входят: *нейтрон, электрон*, *фотон*, а также *пи-мезоны*, *мюоны*, *тяжёлые лептоны* (т), *нейтрино* трех типов (электронное, мюонное, и т-нейтрино), *странные частицы* (*К-мезоны*, *гипероны*), разнообразные *резонансы*, *мезоны со скрытым* «*очарованием*», «*очарованные*» *частицы*, *ипсилон-частицы* (Y), «*красивые*» частицы, *промежуточные векторные бозоны* – всего более 350 частиц, в основном нестабильных. <…> Их число продолжает расти. <…>

Общее свойство всех этих частиц заключается в том, что они являются специфическими формами существования материи, не ассоциированной в ядра и атомы (иногда по этой причине их называют «субъядерными частицами»)» [92].

Итак, после обзора традиционных форм учений о системах (гл. 7) можно высказать следующие суждения:

1. Системы представляют собой объекты разного происхождения. В этом отношении

полезно принять во внимание взгляды философа и социолога Карла Раймунда Поппера (1902-1994), который предлагал различать *три мира**, или универсума [93, с. 439-447].

2. Рассмотренные в предыдущих главах системы можно отнести к мирам Поппера следующим образом:

Мир физических объектов или физических состояний (сложных систем) в плане иерархического нисхождения включает солнечную систему, геосферу, биосферу, геосистемы, экосистемы. И далее – «анатомическое» нисхождение геосистем и экосистем до горных пород и минералов, до популяций и организмов и т.д. В итоге нисходящая иерархия живого и косного вещества достигает понятий *коллоидная частица*, *молекула*, *атом*. Все перечисленные объекты являются *сложными* и принадлежат первому миру Поппера. Их происхождение прямо не связано с конструктивной (инженерной, преобразующей) деятельностью человека, но люди могут воспринимать эти объекты либо непосредственно органолептически (органами чувств), либо с помощью аналитических инструментальных устройств, предоставляющих зрительные образы прежде неизвестных «обитателей» микро- и мегамира (микроскопы, телескопы,, радиоэлектронные приборы и др.) Мир физических объектов изучается методами наблюдения и эксперимента. Дальнейшая «компактизация» (свертывание) фактологии выполняется мыслительными операциями анализа, синтеза, сравнения, классификации и обобщения, становясь обозримой. Таким образом, разум человека приобретает возможность интерсубъективного объяснения и понимания свойств и функций сложных систем. Этот продукт мыследеятельности человека входит в круг естествознания, которое рассматривает *физическую реальность*, *реальный мир* и *физическую картину мира* как совпадающие по смыслу понятия в согласии со взглядами Планка (см. раздел 3.3). Поэтому их следует воспринимать как продукты обобщения первого мира Поппера, выполненные при помощи аппарата разума (второй мир), что и составляет его третий мир.

3. «Анатомический» этап изучения систем первого мира (реального мира) всегда был традиционно обязательным. «Физиологический» же аспект, включающий фактор времени, рассматривался двояко. С одной стороны, в рамках *геологического времени* можно обсуждать историю образования различных полезных ископаемых, будь то какие-либо руды, осадочные породы, каменный уголь и т.п. У всего этого было своё начало, а человечество «докопалось» до этих благ позже. Но в рамках *техногенного времени* подобные объекты практически неподвижны. У них, разумеется, есть свои свойства и они могут демонстрировать весьма специфические функции в течение техногенного времени, но не сами по себе, а при условии действия на них неких внешних факторов. Так, каменный уголь горит, мрамор или доломит растворимы в кислотах и т.д.

Объекты первого мира Поппера как составные части *физической картины мира* относятся не только к «первозданной» природе (Первой, см. главу 2), культивированной (Второй), но могут возникать и длительное время пребывать в Третьей природе – техносфере. Это различные механические, электро- и радиотехнические устройства, совершающие работу, преобразующие и производящие энергию и связанные с информационными процессами. Мир этих объектов эволюционирует почти взрывообразно, оставаясь рукотворным. Далеко не каждый подобный объект заслуживает название системы. Очевидна колоссальная разница между абаком (старинные счёты) и компьютером. Компьютер бесспорно сложная система, так же, как и атомный реактор.

4.Описание и истолкование функций сложных техногенных объектов также включает в себя «анатомический» и «физиологический» аспекты. Но в отличие от природной сложной системы, например, полиметаллической руды, историю возникновения которой нужно восстанавливать логически, любой техногенный объект имеет короткую историю. Его происхождение и «анатомия» известны изготовителям. А «физиология» этих устройств хорошо знакома и потребителям. Однако если «по косточкам» разобрать эти приборы и механизмы, то практически любой человек сможет их перечислить, составить список их «потрохов», а затем даже собрать снова (именно так ребёнок знакомится с новой игрушкой – заводной машинкой и др.). Вся проблема здесь в том, что даже зная, *из чего* состоит система, далеко не каждый может понять *почему* она работает. Конечно, это известно разработчикам и создателям, которые не ждут от своих изделий каких-то сюрпризов, кроме износа и выхода из строя из-за поломки. Но вот здесь уместно вспомнить третий «закон» Барри Ком-

монера: «Природа знает лучше» [94], где он напоминает о том, что пока мы не имеем абсолютно достоверной информации о механизмах и функциях природных объектов. Поэтому мы, подобно человеку, не знающему устройства часов, но взявшемуся их починить или усовершенствовать, скорей всего навредим природе. Часы делают люди, поэтому они хотя бы знают их «анатомию» и «физиологию». А природные объекты ещё таят в себе бесконечно много особенностей и неожиданностей. Принцип Коммонера можно переформулировать алгебраически: если a>b, то b<a, то есть, если «природа знает лучше», то «человек знает хуже». Так что – не следует обольщаться.

5. Расширение «анатомического» списка подсистем как у природных, так и техногенных систем осуществляется непрерывно. На этом основании уточняется *физическая картина мира*, усвоение которой заключается в объяснении к предсказанию свойств и функций сложных систем. А логика объяснения и предсказания объективных явлений, «выстраданная» наукой, едина [29-38]. На этом основании многие учёные видят различие объяснения и предсказания лишь в том, что объяснение относится к явлениям существующим, известным и знакомым, а предсказание – к ещё неизвестным, предполагаемым и ожидаемым; иными словами, объяснение – это предсказание, обращённое в прошлое.

6. Глубокое проникновение в «анатомию» систем выявляет неизвестные прежде объекты, факторы, связи, их организацию и роль, объясняющую «физиологию» поведения. В этом и заключается прогресс естественнонаучных знаний. Вот два примера из серии выявленных ролей *микрокомпонентов* в недавнем прошлом и *нанофакторов* в наше время.

• Дефицит или избыточность ряда химических элементов на уровне микроконцентраций, присутствующих в организме человека и животных, стали выясняться сравнительно недавно, от силы 100-150 лет тому назад в связи с разработкой инструментальных методов анализа следов, микрокомпонентов и др. В аналитику вошли новые термины: полумикроанализ, микроанализ, ультрамикроанализ [16]. В радиохимии одно время широко использовалось понятие «невесомое количество» применительно к радионуклидам. Так, по нормам Международной Комиссии по радиологической защите (МКРЗ) ещё 1996 г. допустимое содержание искусственного изотопа иода (^{131}I) в щитовидной железе соответствует 0,07 мкКи (семь сотых микрокюри). Масса этого изотопа, если её вычислить по закону радиоактивного распада, составляет всего лишь $5{,}7 \cdot 10^{-10}$ мг, то есть несколько десятимиллиардных частей миллиграмма [95, 96]. Превышение этой ещё допустимой концентрации приводит к росту риска возникновения рака щитовидной железы. С другой стороны, дефицит стабильного иода в организме также вызывает заболевание этого важного органа – зоб и кретинизм у детей. А недостаток фтора ускоряет разрушение зубов. В то же время повышенная концентрация стронция (это стабильный элемент, не следует его путать с радионуклидом Sr-90) в пищевых продуктах, в частности в питьевой воде, приводит к эндемической ломкости костей; (гр. endēmos – местный, свойственный данной местности). Стронций, будучи химическим аналогом кальция, включается в состав скелета проживающих в данной местности людей, являясь причиной столь неприятного механохимического следствия. К настоящему времени детально изучена и продолжает изучаться роль ряда других элементов на микроконцентрационном уровне – как с точки зрения их дефицита, так и избыточности.

Микроэлементы – преимущественно ионы тяжёлых металлов, компоненты ферментов, гормонов и других жизненно важных соединений. Они столь же необходимы для оптимальной жизнедеятельности, как и макроэлементы, которые составляют от 60 до 0,001% массы тела (это – кислород, углерод, азот, фосфор, кальций, сера, магний, натрий, хлор, железо и др.). Но содержание микроэлементов составляет всего лишь 0,001-0,00001% массы тела. В эту группу входят марганец, бор, кобальт, медь, молибден, цинк, ванадий, иод, бром, алюминий.

Но в аналитической классификации существуют ещё и *ультрамикроэлементы*. Их содержание не превышает 0,000001% массы тела. Их физиологическая роль в живых организмах полностью ещё не выяснена и вряд ли будет, т. к. поток уточняющих вопросов неостановим. К этой группе относятся уран, радий, золото, ртуть, бериллий, цезий, селен и другие редкие и рассеянные элементы. Роль

этих элементов весьма различна. Например, ультрамикроколичества селена благотворно сказываются на поддержании высокого уровня жизни, а присутствие ртути, свинца и кадмия по нормам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в любых концентрациях недопустимо.

Проблема недостаточности и избытка микроэлементов (микрокомпонентов) затрагивает не только живые организмы, но и объекты косной материи, как природные, так и созданные человеком. Эксплуатационные качества различных естественных материалов (изверженные и осадочные породы, минералы, рудные и нерудные полезные ископаемые) существенно зависят от элементного состава и структуры. Эти материалы в зависимости от назначения далее обрабатываются различными способами, включая методы химической технологии и металлургии. Здесь имеет место полная аналогия с живым веществом: почти любые техногенные продукты (сплавы, композиты и другие многокомпонентные материалы с заранее заданными свойствами) обнаруживают оптимальные потребительские свойства как в зависимости от содержания в их составе неких «добавок» (легирующих компонентов) в обоснованной концентрации, так и от уровня их химической чистоты. Так, например, в связи с развитием атомной техники (от бомбы до реактора) и радиоэлектроники возникли новые направления в химической технологии – технология сверхчистых веществ, полупроводников, люминофоров, фотохромов, термохромов и др. Была выявлена роль ряда химических элементов (бор, кадмий, гафний и др.), присутствие которых в уране при осуществлении управляемой цепной реакции в атомном реакторе (а ранее – при взрыве бомбы) недопустимо, так как они препятствуют её нормальному протеканию вследствие высокой вероятности захвата потока свободных нейтронов ядрами этих элементов. Их можно было бы назвать «паразитами», мешающими оптимальному протеканию цепной реакции деления тяжёлых ядер. Но, с другой стороны, именно эта их особенность используется при изготовлении поглощающих стержней, необходимых для запуска реактора и его аварийной остановки.

• В разделе 3.2 уже были упомянуты новомодные термины *наноуровень*, *наноматериалы* и *нанотехнология*. Аналитическая и созидательная деятельность на *наноуровне* (нанометр – это миллиардная доля метра) касается не только и не столько наблюдения за концентрацией желательных и нежелательных примесей, но в первую очередь за точной упорядоченностью пространственного расположения атомов в твёрдой фазе, что называют *наноструктурой*. По словам отечественного физика академика РАН и нобелевского лауреата Жореса Ивановича Алфёрова «… нанотехнология, как технология, когда мы сами укладываем атом к атому и создаём принципиально новые устройства <…> Наноматериалы – это тот класс материалов, когда принципиально новые возникающие свойства проистекают из тех или иных физических явлений, которые появляются только вследствие вот этих малых размеров, вследствие изменения структуры материала, которых, вообще говоря, нет в природе. Вот в полупроводниках, в гетероструктурах полупроводниковых появились так называемые квантовые проволоки, квантовые ямы, квантовые точки. <…> Нанотехнология – тогда, когда переход к малым размерам несёт новые свойства и новые явления. И главным в нанотехнологии является возможность, с одной стороны, строить материалы, структуры, приборы на, как говорится, новых принципах, хотя этим принципам – многие десятилетия….И другая важная возможность – своевременно диагностировать эти очень сложные структуры» [97].

Сейчас многие вспоминают Ричарда Фейнмана в связи с его короткой речью перед собравшимися на конгресс американскими физиками (декабрь 1959 г.). «На дне места много» – так он назвал свой небольшой доклад. Как пишет Кристиан Жоаким, директор Центра структурных исследований и разработки новых материалов в Тулузе:

«Никакой славы у этой речи Фейнмана не было, вплоть до начала 1990-х годов, когда Эрик Дрекслер вспомнил о ней, чтобы придать большую убедительность собственным идеям. Но давайте припомним, что же сказал Фейнман в тот знаменательный вечер: «Хочу поговорить об области почти нетронутой – там ещё пахать и пахать. <…> Там будет уйма технических приложений. Я – о манипуляции и должном управлении вещами совсем маленького масштаба. <…> Есть такой мир, невероятно маленький, он – внизу, на дне». Отдадим должное

его проницательности: Фейнман справедливо оценил, сколь высоки ставки в миниатюризации, и призвал исследователей заинтересоваться мирами «внизу», дожидавшимися в его время своих первопроходцев. <…> Он хотел показать, каким образом продвижение физики, преодолевающей преграды и выходящей за прежние границы, может оказаться плодотворным. И привёл пример с двумя физиками: один добивался всё более низких температур, второй – всё более высоких. Действия обоих открывали новые области для изучения. Так почему бы, вопрошал Фейнман, не довести до предела миниатюризацию оборудования и механизмов? И предсказал, что записывать и хранить информацию удастся в памяти из какой-нибудь сотни атомов. А сегодня известно, что сотни много – хватит и одного атома» [28]. Как заметил Алфёров, – «атомы впервые стали видеть в электронных микроскопах» [97].

Профессор МГУ Генрих Эрлих рассказывает о деятельности американского исследователя Ричарда Смоли (его автобиография: http://www. nobelprize. org /nobel_prizes/chemistry/laureates/1996/smalley-autobio.html):

«За несколько лет Смолли с Кёрлом (это его коллега) научились испарять с помощью лазерного луча практически любое вещество, превращая его в газ, состоящий из атомов, и охлаждать этот газ до сверхнизких температур; они смотрели, как атомы взаимодействуют между собой, образуя кластеры – агрегаты, состоящие из нескольких атомов, и определяли их строение. <…> В сентябре 1985 года … они испарили углерод и стали изучать масспектры, ожидая увидеть целую россыпь кластеров, содержащих два, три и более атомов углерода, соединённых в цепочки. Но вместо этого обнаружили кластер, состоящий из шестидесяти атомов углерода – C_{60}» [98].

Впоследствии этот кластер был назван *фуллереном* (см. рис.2) в память об архитекторе Фуллере, сконструировавшем купол павильона США на выставке EXPO-67 в Монреале, так как структура кластера напоминала дизайн этого купола. После фуллерена последовал синтез углеродных нанотрубок и ряда композиций с их участием. В конечном счёте Гейм и Новосёлов (см. раздел 3.2 и рис.2) синтезировали графен.

Следует подчеркнуть важную особенность, касающуюся обсуждаемых углеродных структур. Одно дело – кристаллографическое описание графита и алмаза, которое было выполнено сравнительно давно, и относилось оно к природным, а не к искусственным объектам. Но фуллерен и его «потомство» – уже дело рук человеческих, продукты не аналитики, а технологии. Одно дело – знать, а другое – уметь и, конкурируя с природой, даже превзойти её, так как на Земле скорей всего нет месторождений фуллеренов и графена.

* * *

Итак, расширение, углубление и детализация физической картины мира (первый мир Поппера), осуществляемые мыслительными операциями, составляющими «арсенал» методов научного познания (второй мир), приводит к выявлению следующих признаков (или черт) сложностей (системности) как материальных объектов, так и итогов мыследеятельности – теоретических (воображаемых, ментально существующих) систем (третий мир Поппера).

1. В рамках традиционного толкования терминов *система и системность* сформирована «анатомическая» картина материальных объектов, рассматриваемых *иерархически*. Нисходящая иерархия – из мезомира в микромир (и даже в нано-, пико- и фемтомир); восходящая – из мезомира в сторону ближнего и дальнего Космоса, мегамира.

Динамическая («физиологическая») картина поведения (функционирования) объектов внешнего материального мира, формируемая с помощью законов механики, включающих время в качестве аргумента (динамика и кинетика), составляет содержание исторически сложившегося естествознания. Неслучайная (повторяющаяся, предсказуемая) «анатомическая» картина материальных объектов, находящихся на любом «этаже» воображаемой нисходящей и восходящей иерархии (будь это молекула, минерал или планета) оправдывает использование термина *система* в научном языке.

2. Кроме «анатомической» иерархии любых материальных объектов в физической картине мира отражается их «анатомическая» интегрированность (или «анатомическая» кооперация), представляющая собой феномен целого, состоящего из разнородных частиц. Например, планета Земля находится на определённом месте перечня объектов, если прослеживать ниспадающую иерархию нашей галактики (в дальний космос заглядывать не будем): Солнечная система, Земля (как геосфера), биосфера

и т.д. в сторону её составляющих частей меньшей протяжённости (атмосфера, гидросфера …). То есть в иерархической анатомии внешнего мира у Земли есть конкретный адрес. В то же время Земля – не изолированный объект природы, она всего лишь составная часть, деталь более сложного объекта. Это Солнечная система – Солнце и все находящиеся в сфере его притяжения тела (планеты, астероиды и др.). То есть Землю можно рассматривать как составную часть (*подсистему*) более крупной системы, Солнечной системы, которая в данном случае по отношению к Земле является *надсистемой*.

3. Среди итогов человеческой мыследеятельности, воображаемых систем, составляющих третий мир Поппера, в первую очередь следует указать на периодическую систему элементов Д.И. Менделеева, которую я несколькими строками выше рискнул метафорически назвать «понятийным кристаллом». У реального объекта, рассматриваемого в кристаллохимии (или в более абстрактной науке – кристаллографии) и «понятийного кристалла» существует очевидная аналогия. Вот в чём она состоит:

Если известна стереометрическая организованность кристалла, скажем, некоего реального минерала, то её относят к определённой кристаллической структуре. Существует два аспекта её рассмотрения – стереометрический и кристаллоструктурный. В рамках стереохимии обсуждаются кратчайшие межатомные расстояния (длины связей) и валентные углы, а также координационные числа и координационные многогранники атомов. Кристаллоструктурный аспект включает анализ относительного расположения атомов, молекул и др. фрагментов структуры в пространстве кристаллического вещества [99]. Вышеупомянутая аналогия, или сходство реального и понятийного кристаллов состоит в конкретизации, образно говоря, «адреса» фрагмента структуры в реальном объекте и воображаемом. Если известно пространственное местонахождение хотя бы одного атома (иона, молекулы и пр.) в кристалле, то «адреса» всех остальных фрагментов в принципе можно указать, зная длины связей и валентные углы. Если в понятийном кристалле (менделеевской таблице) назвать номер химического элемента, скажем, № 15 (фосфор), то очевидно, что висмут, имеющий № 83, обладает бóльшей молекулярной массой (раньше употребляли понятие «атомный вес»), а азот (№ 7) меньшей. Но самое главное, что эти номера – не итог «переклички» или алфавитного расположения элементов и не результат какого-то рейтинга, кастинга или забега. Ведь сперва Менделеев «оформлял прописку» элементам в соответствии с их атомным весом, а уж только затем Генри Мозли обнаружил соответствие между атомными числами элементов и их химическими свойствами.

Менделеевская таблица как «понятийный кристалл» ещё много лет после её опубликования и даже завершения постепенно раскрывала таящиеся в ней тенденции упорядоченности химических (и не только химических) свойств элементов. Сопоставляя свойства, прослеживая их по рядам («сверху вниз») или по периодам («слева направо»), можно обнаружить ряд особенностей, присущих некоторым элементам.

Объяснение этих особенностей стало возможным только после работ Резерфорда, открывших новый раздел физики – атомную физику и физику элементарных частиц. Причины проявления этих особенностей были «спрятаны» в глубине атомов и при жизни Менделеева не могли приниматься во внимание, он их не знал.

Обсудим эти особенности, используя идею «понятийного кристалла».

1) Известно, что три элемента четвертого ряда – титан, цирконий и гафний обладают близкими химическими свойствами: наиболее характерная степень окисления (+4) и стехиометрическое совпадение формул большинства их соединений. В то же время именно цирконий и гафний обнаруживают настолько близкие химические свойства, что это составляет большие трудности при создании технологий их разделения. Дело в том, что практически все основные методы химической технологии, сводящиеся к трём операциям – выделению, разделению и концентрированию конкретных веществ, – основываются на знании как близости, так и различия свойств компонентов, одновременно присутствующих в той или иной фазе, например, в растворе или расплаве. При очень высокой близости свойств элементов резко усложняется технология их разделения.

Проблема получения высокочистого циркония, не содержащего даже следовых количеств гафния, возникла в связи с резким разли-

чием их ядерно-физических свойств. Прежде всего, речь идёт о существенной разнице величин *сечений захвата тепловых нейтронов*, исчисляемых в *барнах.* (Курсивом выделены термины ядерной физики). Для циркония эта величина равна 0,184 б, а для гафния 104 б. Цирконий «прозрачен» для тепловых нейтронов, обладает высокой пластичностью как конструктивный материал и поэтому незаменим в атомной энергетике. Присутствие в его составе даже следов гафния ухудшает его «прозрачность» и осложняет протекание управляемой цепной реакции деления тяжёлых ядер в активной зоне реакторов АЭС.

Но всё-таки чем можно объяснить близость размеров их атомов, что и служит причиной трудности их разделения? Так, радиусы их ионов имеют значения: 87 пм (Zr^{4+}) и 84 пм (Hf^{4+}); (1пм = 10^{-12} м); относительное различие составляет 3,45%. Если сравнить этот результат с соседними вертикальными аналогами, например, иттрием, Y^{3+} и лантаном, La^{3+} (106 пм и 122 пм, различие 13,1%) или стронцием, Sr^{2+} и барием, Ba^{2+} (127 пм и 143 пм, различие 11,2%), то возникает необходимость объяснения этой особенности: различие больше, чем в три раза.

2) Рассмотрим ещё одну особенность тенденции изменения радиуса атома на примере лантаноидов, аналогов лантана: от церия до лютеция. Радиусы ионов (+3) от лантана до лютеция (15 элементов) составляют следующую процессию: 122, 107, 106, 104, 106, 100, 98, 97, 93, 91, 89, 89, 87, 86, 85. Очевидна тенденция уменьшения ионного радиуса на фоне роста молекулярной массы и атомного номера, который равен числу протонов в ядре, т.е. является мерой его положительного заряда.

До возникновения атомной и ядерной физики обе рассмотренные здесь особенности могли рассматриваться с фактологическим спокойствием: для практики (технологии, применения) прежде всего, важны ответы на вопросы «что», «как, каким образом» «ли», которые и составляют рецепты, прописи, алгоритмы и другие технологические руководства. Ответы на вопрос «почему» ищут, как правило, учёные-фундаменталисты [100].

Так, на основе законов атомной физики и квантовой химии, описывающих электронную конфигурацию атомов, норвежским геохимиком Гольдшмидтом (1888-1947) было введено понятие *лантаноидное сжатие* или *лантаноидное сокращение* [101, 102], которое можно рассматривать как термин. Суть этого феномена состоит в уменьшении ионных радиусов, обусловленном возрастанием притяжения, действующего на окружающие ядро электроны в связи с ростом заряда ядра. Если иттрий и цирконий в периодической таблице являются соседями (№№ 39 и 40), то их вертикальные аналоги лантан (№ 57) и гафний (№ 72) разобщены друг с другом четырнадцатью лантаноидами (от церия до лютеция), которые и явились причиной этого сжатия.

Таким образом, *лантаноидное сжатие* (*сокращение*) является феноменом, объясняющим близость ионных радиусов как в самом семействе лантаноидов, что имеет следствием близость их химических свойств, так и беспрецедентную близость свойств циркония и гафния. Более яркого примера подобного сближения свойств, по-видимому, нет. Трудно представить себе, как можно было бы истолковывать эти феномены «сближения свойств», не пользуясь периодическим законом и теоретическим аппаратом атомной физики и квантовой химии. Но разгадка этой проблемы заключалась в «понятийном кристалле», будучи спрятанной, как кощеева смерть, по его признанию: «На море на океане есть остров, на том острове дуб стоит, под дубом сундук зарыт, в сундуке – заяц, в зайце – утка, в утке – яйцо, а в яйце – моя смерть». Остров Кощея и система Менделеева имеют общие черты (сходство) в том, что они всего лишь итоги мыследеятельности («потока сознания» Джеймса и «жизненного порыва» Бергсона), но естественным образом, сами по себе, они возникнуть не могли. Информация часто бывает скрыта в системной упорядоченности объекта и выявляется либо после его всестороннего анализа (периодическая таблица), либо следуя (фактически или мысленно) по указанному адресу (остров – дуб – сундук и т.д.).

3) Вот ещё две подобных ситуации. Можно, например, попросить некоего человека ответить на ряд вопросов, предложенных в анкете. Эти вопросы не будут касаться политических, финансовых или узких профессиональных проблем, а будут связаны с кругом чтения, форм проведения досуга, оценками отношения к историческим и литературным персонажам и др. На основании этого документа профессиональные психологи могут сформулировать черты психотипа анкетируемого и составлять прогнозы его поведения в ряде предполагаемых обстоятельств. Подобная анкета будет выступать в роли, отда-

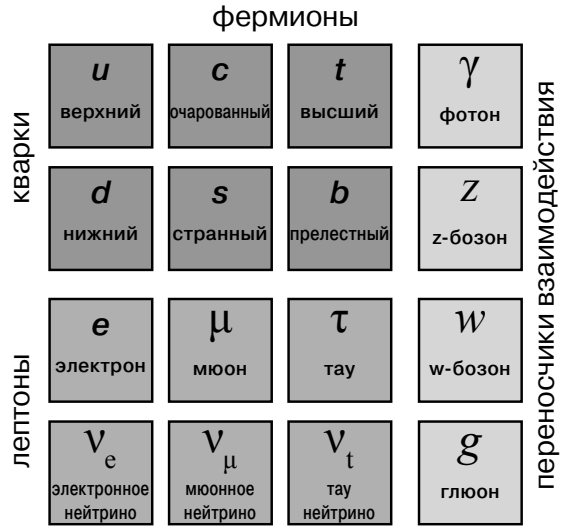
лённо напоминающей «понятийный кристалл». Аналогия вот в чём: Менделеев, предсказывая свойства ещё не открытых экабора, экасилиция, и экаалюминия, не задавая им, образно говоря, вопросов «в лоб», т.е. не исследуя их эмпирически, как это делали Лекок де Буабодран, Нильсон и Винклер. Менделеев просто «опросил» соседей этих элементов, свойства которых уже были известны. Воистину: скажи, кто твой друг и я пойму, кто ты есть сам. Или, как заметил Бергсон, мы познаём человека не по тому, что он знает, а по тому, чему он радуется.

«Сообщество» химических элементов в периодической таблице – дело рук и ума людей. Но можно представить себе ещё один значительно воспринимаемый документ – географическую карту мира с указанными на ней местами нахождения различных полезных ископаемых. Человечество не причастно к деятельности природных сил, которые распределяли горные породы, минералы, руды и даже самородные элементы в пределах геосферы. Это объективный геохимический процесс, протекавший ещё в доантропные эпохи. Но карта с указанными на ней месторождениями, как и меделеевская таблица, – дело рук человека. Если эту карту рассматривать только как список или перечень ресурсов, запасов, богатств, то она будет мало отличаться от «адреса» кощеевой смерти: иди туда, куда указано и найдешь то, что ищешь. Но эта карта помимо прямого указания месторождений содержит ещё и неявную информацию, которая доступна не каждому представителю «широких народных масс», а людям, знакомым с законами геохимии и другими науками о Земле. Эти специалисты на основании уже известной картины разведанных и разрабатываемых месторождений могут высказать предположения о местах залегания целого ряда других полезных ископаемых, основываясь не на каких-то легендах, а на знании систематизированных наук о Земле. Так, например, в наше время вряд ли кто-нибудь будет искать алмазы, копая землю, где попало. Но если образованный геолог узнает об открытии залежи кимберлита, магматической горной породы, включающей оливин, серпентин, гранат и др., то он тут же сделает обоснованное предположение о находящихся там алмазах. В этом отношении геологическая карта аналогична периодической системе. Обе они являются объектами третьего мира Поппера, которые создавались сперва, может быть, и без дальнего прицела, а для получения своего рода информационного концентрата. Но затем люди стали извлекать из периодической таблицы скрытую там информацию – существование ещё не открытых элементов (галлий, скандий, германий), обнаружение вакансии для благородных газов (система была предложена до того, как инертные газы стали известны), изотопный состав элементов, дополнительные виды периодичности, «диагональное сродство» и др. [103]. И более того, после ядерно-химического синтеза первых трансурановых элементов – нептуния (1940 г., Э. М. Макмиллан и Ф. Абельсон) и плутония (1940 г., Г.Т. Сиборг, А. Валь, Дж.У. Кеннеди) – вновь использовали «предсказательную способность» периодической системы и обоснованно прогнозировали свойства теперь уже трансплутониевых элементов, обосновав существование в седьмом периоде семейства 5f-элементов (актиноиды), сходного с 4f-семейством (лантаноиды) в шестом. Актиноидную концепцию предложил Г. Сиборг в 1945 году. В настоящее время ряд актиноидов от тория (№ 90) до лоуренсия (№ 103) полностью заполнен, но синтез сверхтяжёлых элементов продолжается в надежде, как предсказывает теоретическая физика, что будет достигнута область относительной ядерной устойчивости на уровне $Z > 117$.

А анализ геологических карт обосновал стратегию разведки ископаемых. Здесь на ум приходит неожиданная аналогия. Ведь никакой опытный грибник не будет искать рыжики, бродя по кавыльной степи, а подберёзовики в сиреневых зарослях. Поэтому и современные геологи не станут просто так дырявить землю в надежде что-либо найти. Они знают закономерности пространственного распределения полезных ископаемых и причины их совместного залегания и рассеяния, чему и посвящена геохимия как одна из наук о Земле.

Помимо двух рассмотренных «понятийных кристаллов», обладающих всеми признаками системы, – сложностью (сложным составом), структурой, отражающей взаимосвязи и отношения составных частей (подсистем), – но отражающих только «застывшую системную динамику» (статику, анатомию), а не процессы, включающие реальное время (динамику, физиологию), современная физика элементарных частиц обосновала существование ещё одного подобного «кристалла». Это таблица (см. рис. 2) фундаментальных (не имеющих

внутренней структуры) частиц, к которым относят кварки, лептоны и частицы – переносчики взаимодействий (электромагнитное – фотон, сильное – глюон, слабое – Z и W– бозоны).



В соответствии со Стандартной моделью наш мир образован небольшим количеством фундаментальных (не имеющих внутренней структуры) частиц, к которым относят кварки, лептоны и частицы – переносчики взаимодействий (электромагнитное – фотон, сильное – глюон, слабое – Z и W бозоны).

Рис. 3. Таблица элементарных частиц после открытия бозона Хиггса (заимствовано из [104])

Открытие так называемого «бозона Хиггса» совершённое Франсуа Энглером и Питером Хиггсом (Нобелевская премия, 2013 г.), физики назвали «последним камнем в основании Стандартной модели». Гипотеза о существовании этой частицы была выдвинута ещё в 1964 году. Затем Стивен Вайнберг, Шелдон Л. Глэшоу и Абдус Салам были удостоены Нобелевской премии (1979 г.).

За вклад в поиски глубинного принципа, сводящего воедино все силы в природе, в частности, вклад в объединённую теорию слабых и электромагнитных взаимодействий между элементарными частицами, Симон ван дер Мер и Карло Руббиа в 1984 году стали Нобелевскими лауреатами. Премия была присуждена «за решающий вклад в большой проект, осуществление которого привело к открытию полевых частиц *W* и *Z*, переносчиков слабого взаимодействия». Наконец, когда предсказанный Хиггсом бозон, завершающий классификацию элементарных частиц, был открыт с помощью эксперимента ATLAS и CMS на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе, современная физика получила «… обоснование одной из принципиальных проблем Стандартной модели: её экспериментально обоснованные симметрии запрещают существование масс у кварков, лептонов и частиц – переносчиков взаимодействий» [104]. Такую «ответственность» за обладание и перенос массы в микромире теория возложила на гипотетический бозон. После открытия в прошлом столетии множества частиц («резонансов») потребовалось установить в этом многообразии некий порядок, наподобие таблицы Менделеева. Тогда и возникла идея, что существуют «… более фундаментальные составляющие, в меньшем количестве, и что именно их особенности, их свойства определяют поведение и свойства того множества частиц, которое мы называли элементарными, но уже не элементарных» [105].

Впрочем и после обнаружения бозона Хиггса рано ставить точку. Вот что, например, в статье «Проблема радиуса протона» пишут Ян Бернауэр и Рандольф Поль: «Простительно предполагать, что мы знаем о протоне всё. <…> В новом эксперименте по измерению радиуса протона обнаружено, что он гораздо меньше, чем предполагалось ранее. <…> Эта разница даёт основание предполагать, что физики не понимают нечто важное либо в самом протоне, либо в теории квантовой электродинамики – до настоящего времени самой хорошо проверенной и проработанной теории в науке. <…> При удачном стечении обстоятельств эта аномалия, возможно, приведёт к фундаментальному пересмотру законов физики. <…> Самая потрясающая перспектива заключается в том, что, вероятно, измерения эти – не что иное, как знак, указывающий на новую физику, выходящую за пределы так называемой Стандартной модели физики элементарных частиц. Вероятно, во Вселенной есть не обнаруженные пока ещё частицы, которые каким-то образом заставляют мюоны вести себя не так, как электроны» [106].

А по мнению М.Д. Скорохватова (зам. дир. Центра фундаментальных исследований НИЦ «Курчатовский институт»): «Важно понимать, что стандартная модель не есть какая-то застывшая теория. Стандартной она называется только потому, что фиксирует наши знания на текущий момент. В рамках стандартной модели предполагается, что у нейтрино нулевая масса. Но сегодня мы знаем, что это не так. <…> Именно нейтринная физика позволяет

нам так или иначе искать явления за пределами стандартной модели. <…> Сама природа нам подсказывает, что на этом пути мы можем обнаружить что-то принципиально важное для расширения стандартной модели» [107].

Таким образом, третий мир Поппера включил (хотя, как мы видим, не без проблем) в свой перечень объектов очередной «понятийный кристалл», который вместе с двумя упомянутыми выше можно рассматривать в качестве универсальных научных шпаргалок. Этот старинный жанр ученических «рукописей» тоже отражает идеал естественнонаучной методологии – умение упаковать» максимум сведений (информации) в наименее многословную формулировку или символ, что и отвечает взглядам Лейбница и Планка, упомянутым в разделе 3.3 [45, с. 116, 142; 46].

7.2. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ И ДРУГИЕ «НАДПРЕДМЕТНЫЕ» УЧЕНИЯ: ИХ МЕСТО В ФИЛОСОФИИ НАУКИ

Помимо вышеизложенного анализа традиционных форм систем после Людвига фон Берталанфи сложились научные школы, включающие учёных и инженеров разных направлений и профессий, которые стали развивать методологию исследования систем, в основном следуя перечню проблем в этих обзорах [47- 49]. Если в зарубежной научной литературе относительно автономно складывались и освещались системные учения различных направлений, упомянутых Берталанфи (перечислим ещё раз: теория ячеек, теория множеств, теория графов, теория сетей, кибернетика, теория информации в смысле К. Шеннона, теория автоматов, теория игр, теория решений, теория очередей), которые он включил в состав *общей теории систем*, то в отечественных публикациях к подобному обобщению в разные периоды нашей послереволюционной истории формировалось разное отношение вплоть до диаметрально противоположных оценок. Очень приблизительно можно разбить это время на собственно «ленинский» период (от 1917 г. до 1924 г.), «сталинский» (до его смерти в 1953 г.), хрущёвскую «оттепель» вплоть до начала перестройки (80-е годы) и по сей день бурлящий послеперестроечный поток мнений, идей, обобщений и др.

В доперестроечный период главные проблемы сложных событий и систем, интересовавшие отечественных учёных и, в особенности, философов, в основном возникали в гуманитарных науках, связанных с политикой, социологией и экономикой. Эти направления научной и педагогической деятельности находились под строгим присмотром официальной философской доктрины тех лет – диалектическим и историческим материализмом. Основоположники этой философии – Маркс, Энгельс и Ленин – не оставили потомкам завершённого трактата или учебника с изложением способов применения диалектической логики. «Диалектика природы» Энгельса и «Философские тетради» Ленина была изданы после смерти авторов и представляли собой довольно разрозненные тексты. Рукопись Энгельса впервые была отредактирована и опубликована в нашей стране, а конспекты Ленина вообще не предназначались им к печати.

Тем не менее, именно Ленин ещё в 1914 году, излагая биографию Маркса, писал: «Диалектика, в понимании Маркса и согласно так же Гегелю включает в себя то, что ныне зовут теорией познания, гносеологией, которая должна рассматривать свой предмет равным образом исторически, изучая и обобщая происхождение и развитие познания, переход от *не*знания к познанию. <…> Развитие, как бы повторяющее пройденные уже ступени, повторяющее их иначе, на более высокой базе («отрицание отрицания»), развития, так сказать, по спирали, а не по прямой линии; – развитие скачкообразное, катастрофическое, революционное; – «перерывы постепенности»; превращение количества в качество; – внутренние импульсы к развитию, даваемые противоречием, столкновением различных сил и тенденций, действующих на данное тело или в пределах данного явления или внутри данного общества; – взаимозависимость и теснейшая, неразрывная связь *всех* сторон каждого явления (причём история открывает всё новые и новые стороны), связь, дающая единый, закономерный мировой процесс движения, – таковы некоторые черты диалектики, как более содержательного (чем обычное) учения о развитии» [108].

Словосочетание «развитие по спирали», которое, конечно, является не философским термином, а метафорой, аналогией, тропом (недаром Ленин употребил «так сказать»), тем не менее, прочно вошло в лексикон многих отечественных философов. Но ещё очень важно упоминание того, что «история открывает всё новые и новые стороны» связи явлений в процессе развития, и того, что здесь

были изложены только «некоторые черты диалектики». Иными словами, диалектика, будучи учением о развитии, должна развиваться и сама. Однако в философский канон доперестроечной эпохи были включены только четыре черты «марксистского диалектического метода», которые состоят в признании 1) всеобщей связи и взаимозависимости явлений в природе и обществе. 2) движения и изменения, 3) перехода количественных изменений в качественные и 4) развития как борьбы противоположностей.

Вместе с тем представления о науке и научном методе у неформального мирового сообщества учёных (или, как назвал его Д. Бернал, «невидимого колледжа») во второй половине XIX и первой половине XX веков стали расширяться и уточняться под влиянием череды открытий в физике, химии и биологии, в особенности после публикаций Рентгена («икс-лучи», 1895 г.), Беккереля (радиоактивность урана, 1996 г.) и Дж. Дж. Томсона (электрон, 1897 г.), открывших дорогу в микромир. Характерно то, что все выдающиеся «первопроходцы» этой эпохи, которые в сущности и создали основы логики и методологии естественных наук и математики, почти никогда не упоминали в своих публикациях, что они в том или ином отношении использовали категории марксистской диалектики. И в обзорах Берталанфи нет прямых ссылок на классиков марксизма и на диалектический метод, кроме вот этих слов: «У Гегеля и Маркса особое значение придаётся диалектической структуре мышления и порождающего его мира; чрезвычайно глубоким является у них утверждение, что адекватно отразить действительность может не отдельное суждение, но только единство двух сторон противоречия, достигаемого в диалектическом процессе: тезис – антитезис – синтез. Густав Фехнер, известный как автор психофизического закона, разработал в духе натурфилософов XIX в. проблему надындивидуальной организации, т.е. организации высшего, относительно доступных наблюдению объектов, порядка. Примеры подобной организации он видел в живых сообществах и земной гармонии, – так романтично называл он то, что на языке современной науки можно определить как экосистемы» [49].

И Богданов в предисловии к немецкому переводу «Тектологии» в 1923 году писал: «Весь опыт науки убеждает нас, что возможность и вероятность решения задач возрастают при их постановке в *обобщённой* форме. <…> Философия стремилась к универсальному объяснению существующего, стремилась к универсальному руководству жизнью. Это были задачи всеобщего масштаба, но в них не заключалось идеи всеобобщающего метода, относящегося и к этим, и ко всяким частным задачам. Не возникла она и тогда, когда философия стала принимать методологический характер, облекаясь в формы «гносеологии», либо даже «общей методологии». Тут всегда подразумевалось, что теория и практика по *методу* принципиально различны и с этой стороны сведéния к единству не допускают. Впрочем в диалектике Гегеля можно, пожалуй, видеть неясно выраженную тенденцию такого сведéния. Диалектика для Гегеля универсальный метод действенного саморазвития Мирового Духа, которое есть его «Praxis» и в то же время его самопознание. Но, конечно, ни Гегель, ни гегелианцы не видели в диалектике способа решения непосредственных жизненно-практических задач, например техники, хозяйства, быта; она должна была освещать и освящать реальные решения, но не служить прямым подходом к ним. Даже материалистическая диалектика – в общем и целом – остаётся на той же позиции, по существу объяснительной; лишь для социальной борьбы она у Маркса приняла и известной мере директивно-практический характер: для ускорения хода развития надо поддерживать, усиливать выступающие в нём реальные противоречия, осознавая их и распространяя это осознание на классовый коллектив, оформляя их организационно в коллективе. Однако и здесь диалектика объективного развития не играет роли подобной, например, математике, роли орудия для планомерного исследования и решения задач; в лучшем случае, *достигнув решения обычными, частными методами, его затем подводят под диалектическую схему* (курсив мой, – Ю.Е.).

Но возможна ли действительно универсальная постановка задач? Если мы будем брать их в таких разнородных областях, как, положим, техника и право, элементарная арифметика и философия, формальная логика и искусство, – что между ними окажется общего, кроме словесного символа, кроме того, что все они – «заодно»? В этом суть дела. Углублённое исследование обнаруживает, что в понятии «задача» скрыто гораздо больше, чем принимается обыденным мышлением. Вся-

кая задача может и должна рассматриваться, как *организационная*; таков именно их всеобщий и постоянный смысл. <…> Какова бы ни была задача – практическая, познавательная, эстетическая – она слагается из определённой суммы *элементов*, её «данных»; сама же её постановка зависит от того, что наличная комбинация этих элементов не удовлетворяет то лицо или коллектив, который выступает, как действенный субъект в этом случае. «Решение» сводится к новому сочетанию элементов, которое «соответствует потребности» решающего, его «целям», принимается им как «целесообразное». Понятия же «соответствие», «целесообразность» всецело *организационные*; а это значит: выражающие некоторые повышенные, усовершенствованные соотношения, подобные тем, какие характеризуют организмы и организации, соотношение «более организационное» с точки зрения субъекта, чем то, какое имелось раньше» [54, часть I, с. 3-5].

В комментариях издания 1989 года (автор не указан) по поводу этого суждения написано: «Здесь, как и в ряде других мест «Тектологии», А.А. Богданов излагает весьма спорное понимание диалектики и, в частности, материалистической диалектики. Конечно, *задачи тектологии как науки и задачи диалектики как философского метода различны* (курсив мой – Ю.Е.), но из этого не следует, что диалектика остаётся «по существу объяснительной»: как метод она должна иметь и предсказательные функции. Другое дело, что диалектика как философский метод никогда не претендовала на операциональность, подобную, например, той, которая присуща математике: философские предсказания носят качественный характер, это предсказания о тенденциях и общих закономерностях развития явлений действительности» [55, часть I, с. 298].

Таким образом, в конце прошлого столетия, включающего годы распада СССР, в научной, технической, методологической и собственно философской литературе сосуществовали такие термины, понятия, или лучше сказать – «словосочетания», как *диалектика* и *диалектический материализм*, *марксистский диалектический метод*, *марксистский философский материализм*, *философия науки, методология* и *диалектико-материалистическая методология*. И также после обзоров Берталанфи целый ряд понятий (словосочетаний), построенных на основе термина *система*: *общая теория систем*, *системный анализ*, *системный подход*, *системология*, *системотехника*. Термин *система* образно говоря, вошёл в моду (я имею в виду в первую очередь отечественную литературу), породив традицию выпуска ежегодных сборников «*Системные исследования*». А термин *тектология* ушёл из современного научного тезауруса, уступив место ОТС Берталанфи. Диалектический материализм и связанные с ним смежные понятия в отечественных текстах даже в первые годы после смерти Сталина представлялись в роли *вершины философской мысли*. Вот ряд примеров.

- «Диалектический материализм – самое *передовое, подлинно научное революционное мировоззрение*, непримиримое ни с каким суеверием, ни с какой реакцией. Это мировоззрение называется Д.м. потому, что его подход к явлениям природы, метод познания этих явлений – диалектический, а его истолкование явлений объективного мира, его теория является материалистической» [22, с. 548].

- «Марксистский диалектический метод – *единственно научный метод познания*, орудие революционного преобразования мира. М.д.м. создан К. Марксом и Ф. Энгельсом на основе обобщения истории общества и всех накопленных человечеством знаний» [109, с. 336].

- «Марксистский философский материализм – *высшая форма материализма*, созданная К. Марксом и Ф. Энгельсом и творчески развитая в новых условиях В.И. Лениным и учеником и продолжателем дела Ленина И.В. Сталиным. М.ф.м. представляет собой *единственно правильную научную теорию, единственно правильное научное истолкование и понимание явлений природы.* М.ф.м. внутренне связан с марксистским диалектическим методом и в неразрывном единстве с ним образует диалектический материализм – мировоззрение марксистско-ленинской партии» [109, с. 337]. (Везде курсив мой, – Ю.Е.).

В приведённых формулировках присутствует характерная для того времени торжественно-восторженная интонация с обилием категорически бесспорных утверждений, по-

добно ленинскому афоризму, что учение Маркса всесильно, потому что оно верно.

Но вот уже в начале 90-х годов соответствующая фразеология освободилась от почти религиозного пафоса подобных определений. Так, понятия *марксистский философский материализм, диалектический материализм и марксистский диалектический метод* исчезли из философских словарей, издаваемых сторонниками поисков «нового мышления». И появились высказывания с признаками «философской самокритики», например:

> • «В марксизме некоторые идеи диалектики были догматизированы, что с неизбежностью вело к отрыву теории от практики. Знакомство с современной философией выявляет наличие как диалектической культуры мышления, так и существование в ней достаточно жёсткой оппозиции диалектике, и не только со стороны «плоской» формально-логической культуры мышления, но и *не менее глубокой, чем диалектическая*, метафизической культуры, наиболее ярко и заметно представленной в феноменологии, экзистенциализме, структурализме, в философии Хайдеггера, Гартмана, Адорно и др». (Курсив мой, – Ю.Е.) [110].
>
> • «Учение самого Маркса является продуктом разнородных (экономических, исторических, политических, методологических) исследований и предположений. Широта этих исследований и воплощённые в них интересы *не укладываются без ущерба и потерь* в жёсткую схему или однозначное определение». (Курсив мой, – Ю.Е.) [111].
>
> • «Что же касается наиболее распространённого ранее *официального марксизма-ленинизма*, то он оказался в жестком кризисе, что и вызвало падение престижа марксизма как такового, в т.ч. и в нашей стране». (Курсив мой, – Ю.Е.) [112].
>
> • «Марксистская диалектическая логика, в которой были выявлены основные энгельсовские установки, представляет собой в результате псевдологическое учение, выдающее отдельные взаимодействия объективного мира за логические отношения, что сближает её с позицией раннего позитивизма. Разрабатывалась она в рамках советской школы марксистской философии, в которой её стали провозглашать наукой о наиболее общих понятиях – категориях, отражающих всеобщие законы развития природы, общества, мышления. <…> В советской школе марксизма диалектическая логика представляется не столь обоснованной, как некоторые положения его (марксизма, – Ю.Е.) социальной теории» [113].
>
> • «В его (имеется в виду В.И. Ленин, – Ю.Е.) философских работах имела место политизация философии, следствием которой в последующие годы явилось усиление догматизации марксистско-ленинской философии, её растущая самоизоляция от мировой философской мысли» [114].

Таким образом, период «господствующего стиля специализированного научного мышления», когда господствовала «деборинщина», а затем «митинщина» [115], остался в прошлом и понятие *философия науки* прочно вошло в собственно философскую, методологическую и рядовую учебную литературу. [Примечание: «деборинщина» и «митинщина» – полемические термины, образованные от фамилий Деборина и Митина, олицетворявших в годы их активной деятельности государственную официальную философскую мысль.]

Возник своего рода портал *философия науки*, собравший и продолжающий собирать монографии, обзоры, сборники и учебники по этой проблеме. Вот ряд изданий, вышедших с 1996 по 2012 гг., достойных с моей точки зрения уважительного отношения: [116-131]. В связи с этим появилась необходимость пусть не академически строго, но хоть как-то определять, истолковывать и формулировать словосочетание *философия науки*, которое с точки зрения привычной классификации наук парадоксально: если философию считать «*наукой* о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления» [7, с. 648], то это выглядит как пример порочного круга (масло масляное). В наше время философию уже не называют «наукой наук», находящейся на вершине классификационной пирамиды, подобной пирамиде Медаваров, рассмотренной

во второй главе. Но в современной литературе можно встретить довольно содержательные определения этого словосочетания. Не хочется называть его «термином», так как его истолкование ещё не стало общепонятным и традиционным, несмотря на большое разнообразие преподаваемых в вузах предметов с таким названием и присутствием в ВАКовском матрикуле учёных степеней кандидата и доктора философских наук. Вот ряд примеров, достойных уважительного отношения.

> • Философия науки изучает проблемы возникновения науки, её особенности, историческую эволюцию, общественные функции. В круг интересов философии науки входят вопросы методов научного познания и способов построения научной теории, поэтому её часто объединяют с методологией науки. Самостоятельной областью исследований философия науки становится в середине XIX в., что объясняется значительным усилением значимости науки, ростом её общественного влияния. Становление и развитие философии науки связано с такими именами как У. Уэвелл, Дж. С. Милль, Больцано, Э. Мах, А. Пуанкаре, Б. Рассел, Л. Витгенштейн, Т. Кун, И. Лакатос, П. Фейерабенд, К. Поппер и др. <…> В настоящее время философия науки – обширная и разветвлённая область философских исследований, разнообразная по тематике и характеризующаяся множеством различных подходов, концепций, взглядов» [114].

(Этот текст, типичный для начала нынешнего столетия, резко отличается даже от публикаций перестроечной эпохи: в перечне деятелей науки здесь упомянуты имена, которые никаким образом не были связаны с марксистско-ленинской идеологией в широком смысле слова, и не нашлось места, для того чтобы перед «др.» вставить хотя бы одного отечественного учёного.)

> • «Громадное влияние науки на жизнь и деятельность людей заставляет нас обратить внимание на саму науку и сделать её предметом особого изучения. Что такое наука? Чем отличается научное знание от мифа или религиозной веры? В чём ценность науки? Как она развивается? Какими методами пользуются учёные? – Попытки найти ответы на другие вопросы, связанные с пониманием науки как особой сферы человеческой деятельности, привели к возникновению особой дисциплины – *философии науки*, которая сформировалась в XX веке на стыке трёх областей: самой науки, её истории и философии. Философия науки пытается понять, что такое наука, в чём состоит специфика научного знания и методов науки, как развивается наука и как она получает свои изумительные результаты. Таким образом, философия науки – это не особое философское направление и не философские проблемы естественных или общественных наук, а изучение науки как познавательной деятельности. Иногда философию науки называют методологией научного познания, желая подчеркнуть её внимание к методам науки. Философия науки включается в *науковедение* – совокупность дисциплин, исследующих те или иные стороны науки» [118, с. 9].
>
> • «По мере своего развития научное знание дифференцируется. Формируются новые научные дисциплины, которые оказывают воздействие на ранее сложившиеся науки, возникают интегративные связи между науками и междисциплинарные исследования. Новое знание является результатом как внутридисциплинарных так и междисциплинарных взаимодействий. Философия науки изучает их общие характеристики. Она ставит своей целью выявить особенности научного познания, его структуру, проанализировать познавательные процедуры и методы, обеспечивающие порождение нового знания» [127, с. 6].
>
> • «Сложность и необычность науки как объекта анализа вынуждает быть осторожным. Верхом наивности является желание представить разнообразный мир науки в некой общей теории. Такого рода попытки, а их число множится, неизменно заканчиваются конфузом. Причём по достаточно очевидной причине игнорируется наработанный в философии и философии

науки материал, который, и это существенно, невозможно втиснуть в узкие рамки одного универсального учения. Философия науки не должна игнорировать *плюрализм философии* (курсив мой, – Ю.Е.), в том числе наличие в ней определённых философских парадигм. <…> Философия науки – это философский анализ науки, которому противопоказана всякая предвзятость» [120,с. 161].

• «Очевидно, что с чисто логической точки зрения существует пять вариантов соотношения философии и науки:

1) полное тождество философии и науки;

2) наука – часть философии;

3) философия – одна из наук;

4) философия и наука не имеют ничего общего по содержанию;

5) философия и наука имеют некоторое общее содержание.

Как показало историческое развитие философии и науки, а также реальная практика их взаимодействия, были теоретически разработаны и реализованы на практике почти все указанные выше варианты их соотношения. И только концепция их полного тождества между собой (первый сложившийся вариант) осталась в далёком прошлом и не была впоследствии востребована. Все же остальные концепции, несмотря на разную степень их поддержки в истории философии и науки, по-прежнему разделяются определённым числом как философов, так и учёных, конкурируют между собой, и в отношении ни одной из них нельзя сказать (прежде всего, с точки зрения многообразия реальных форм взаимодействия между философией и наукой) как о полностью исчерпавшей свои возможности и востребованность. Поэтому их теоретический анализ по-прежнему актуален как для философии науки, так и для современной культуры в целом» [131, с. 11].

• «Философия науки – раздел философии. Преимущественным предметом которого является целостное и ценностное осмысление науки как специфической области человеческой деятельности во всех её ипостасях: когнитивной, институциональной, методологической, знаниевой, лингвистической, коммуникационной и т.д. Содержание и пробематика философии науки существенным образом зависит от того или иного понимания предмета и задач философии (позитивизм, герменевтика, структурализм, экзистенциализм и т.д.)» [121, с. 29].

• По мнению Ф. Энгельса научное мировоззрение «… не нуждается больше ни в какой философии, стоящей над прочими науками. Как только перед каждой отдельной наукой ставится требование выяснить своё место во всеобщей связи вещей и знаний о вещах, какая-либо особая наука об этой всеобщей связи становится излишней. И тогда из всей прежней философии самостоятельное существование сохраняет ещё учение о мышлении и его законах – формальная логика и диалектика. Всё остальное входит в положительную науку о природе и истории» [132].

• «Было время, когда от философии ожидали решения чуть ли не всех вопросов. Философы самонадеянно вычерчивали главные линии картины мира, а физикам оставляли подсобную роль её дополнения. Когда этот априористский подход потерпел неудачу, физик заодно отказался и от философии. Сейчас он не ожидает от неё ничего хорошего. Уже одно слово «философия» способно вызвать у него ироническую или даже презрительную улыбку. Ему не доставляет удовольствия свободное вращение в пустоте. <…> Современный физик отбрасывает устаревшие догматические системы, наполовину непроверяемые и наполовину ошибочные и, как правило, бесплодные в своём большинстве, только для того, чтобы некритически воспринять некоторую альтернативную систему философских догм. Эта домотканая философия, крайне популярная среди физиков-профессионалов, с начала нашего столетия выступает под наименованием *операционализм*. В ней считается, что символ, так же как и уравнение, имеет физическое значение лишь в той мере, в какой он соотносится с некоторыми возможными операциями человека. Это ведёт к утверждению, что физика

> в целом – наука об операциях главным образом измерительных и вычислительных, а не наука о природе. <…> Студент-физик усваивает операционалистскую философию с самого начала курса своего обучения. <…> Он редко сталкивается с критическим анализом этой философии, обычно осуществляемым философами, которых он не читает. Более того, искушение покритиковать официальную философию науки вряд ли вызовет сочувственную реакцию, поскольку операционализм является ортодоксальной верой и всякое отклонение от него, вероятнее всего, будет осмеяно или даже наказано. Но, так или иначе, а операционалист и его критик занимаются философствованием, что само по себе не является чем-то необычным или трудным. То, что действительно трудно, так это разрабатывать хорошую философию, и это куда труднее, чем отказ от философии вообще. Короче, физик не может остаться философски нейтральным» [133].

Если остановиться и оглянуться, то открываются глаза на то, что если в послевоенную сталинскую эпоху идеологические дирижёры ещё навязывали отечественным учёным некий априорный подход к решению естественнонаучных проблем путём философских умозаключений взамен специальных наук, то уже в 1970 г. один из «правоверных» советских философов тех лет академик П.Н. Федосеев, бывший в ту пору Председателем Научного совета по философским вопросам современного естествознания, заметил: «Мы испытали пороки такого декретирования в методологических вопросах естествознания. <…> Благодаря такому некомпетентному вмешательству некоторых философов в естествознание мы имели неприятные и тяжёлые последствия во взаимоотношениях философии и естествознания. Вы хорошо помните историю с теорией относительности, с кибернетикой, с генетикой и некоторые другие вопросы. <…> Главное воздействие философии на естествознание оказывается посредством прежде всего мировоззрения и научной методологии. У нас, правда, есть отдельные философы, которые берут под подозрение методологию, считают, что само понятие методологии есть буржуазное измышление, махистское, богдановское или ещё хуже» [134].

Такое признание дорогого стоит, – всё-таки оно было провозглашено почти полвека тому назад. А сейчас можно встретить в учебной литературе спокойный анализ взглядов Ленина, что было невозможно представить себе в те годы, например такие строки:

«В своей единственной собственно философской книге «Материализм и эмпириокритицизм» Ленин очень эмоционально, хотя *и не всегда аргументировано* (курсив мой, – Ю.Е.), доказывал, что завоевавшая умы европейцев, а также прельстившая некоторых соратников по революционной борьбе новая философия лишь кажется прогрессивной. На самом деле она лишь имитирует прогрессивность: за мнимой близостью к науке скрываются реакционная сущность и религиозно-мистические корни. Более того, по мнению Ленина, она служит интересам тех, с кем должна бороться прогрессивная общественность, – реакционной буржуазии. Особое негодование Ленина вызывает то обстоятельство, что увлечение идеями философии науки отдельных соратников по партии препятствует партийному строительству. Его не смущает даже то, что представители критикуемого течения сами в большинстве своём являются учёными. Их философские взгляды непрофессиональны, – считает Ленин, – ибо не опираются на единственно верный мировоззренческий фундамент – материализм и диалектику. Позиция Ленина сегодня уже принадлежит истории философии. В ней можно найти свои резоны, свои сильные и слабые стороны, как, впрочем, и в любой другой философской позиции. Но тот факт, что очень долго мы читали одни книги о науке, а во всём мире – другие, не остался без последствий. Тот колоссальный успех, который имели в СССР книги Поппера, Куна, Лакатоса и Фейерабенда, свидетельствует о том, что насколько актуальны и для философского, и для научного сообщества те проблемы, которые рассматривались в философии науки. Вместо этого официальная советская философия продолжала развивать теорию познания и методологию науки, во многом ориентируясь на стандарты мышления, сформировавшиеся в XVIII и XIX вв. Теория познания в своих классических образцах – *это философский проект науки.* <…> Философия науки возникает как *критический анализ научной действительности* (курсив мой,

– Ю.Е.). Под действительностью здесь понимается не проектируемая, но реально существующая наука, имеющая свою историю и, самое главное, не совпадающая с проектом. И не случайно, что философию науки создают и развивают главным образом те, кто сам, своими руками, ставил научные эксперименты, формулировал гипотезы и создавал частнонаучные теории. Их интерес к критической рефлексии над основаниями науки и научного метода вызван иными мотивами, нежели мотивы тех, кто изучает науку при помощи теоретико-познавательных средств» [135].

И ещё: «… Возможна ли какая-то единая, «истинная» философия естествознания и должны ли быть одинаковыми философские основания у различных наук и научных теорий? Представляется, что ответ на этот вопрос является отрицательным с позиций учёного и положительным с позиций философа. И оба ответа по-своему правильны. Дело в том, что для учёного содержание философии (её когнитивные ресурсы) служит только возможным средством для решения задач его науки, тогда как для философа – целью. Верно и обратное: для философа материал науки – лишь одно из средств для решения философских проблем, тогда как для учёного конкретно-научная истина – главная цель его деятельности. Как справедливо в этой связи отмечал А. Эйнштейн, учёные по отношению к философии могут и должны вести себя как потребители (а потребитель всегда «оппортунистичен» в своём поведении по определению). Что это означает? Видимо то, что учёный берёт от философии (включая её различные, даже «воюющие» между собой системы) только то и ровно столько, сколько ему необходимо для обоснования принимаемых им собственно научных решений (как правило, теоретических).<…> Его (Эйнштейна, – Ю.Е.) как учёного вполне устраивала, так сказать, «мозаичная философия» (позже сюда были встроены, в частности, философские идеи М. Ганди).

С позиций же философа, философия естествознания не может быть собранием разнородных философских идей, так сказать, своего рода «философским пастишем». Она должна быть чем-то единым и целостным как внутри себя, так и по отношению к различным естественным наукам. Спрашивается, каким образом, за счёт чего может быть создан такой тип «философии естествознания»? Ответ достаточно очевиден: с помощью построения философии естествознания как наложения (применения, интерпретации) когнитивной матрицы той или иной философской системы (метафизики Аристотеля, позитивизма Маха или Карнапа, диалектической философии Гегеля или Маркса, феноменологии Гуссерля, постпозитивизма Лакатоса, Поппера, Куна и т.д.) на содержание и структуру познавательной деятельности в естествознании. Однако ясно, что эти различные системы «философии естествознания» находятся в противоречивом отношении между собой и зачастую исключают друг друга. Однако, вопрос о том, какая из них истинная или более истинная, является трудноразрешимым даже для самой философии. А для учёных он представляется просто неразрешимой проблемой, если исходить из частнонаучных принципов отбора концепций. Поэтому, по-видимому, *оптимальным для учёных вариантом положительного отношения к философии является прагматизм* (курсив мой, – Ю.Е.). Если сами философы не могут прийти к согласию относительно того, какая из «философий естествознания» наиболее приемлема и оставляют это когнитивное поле *принципиально плюралистичным* (курсив мой, –Ю.Е.), то учёным не остаётся ничего другого, как разрабатывать самим или совместно с философами конкретные философские основания своих наук. <…> Главное – не мешать взаимодействию естествознания и философии и по возможности создавать все необходимые условия для плодотворного сотрудничества» [121].

И наконец: «Философия науки не стремится к обеспечению науки принципами более высокого порядка, чем те, которые производятся в самой науке. Не занимаясь фактографией, она описывает историю смены концептуальных организаций науки, уясняет правила и процессы исследования. Она ориентирована на понимание науки. При этом различного рода оценочные суждения и внесение в науку каких-либо шкал, содействующих этому, не имеют ничего общего с её задачами» [136]. Иными словами – «Пришли другие времена. Взошли другие имена» (Евг. Евтушенко).

* * *

Итак, в послесталинскую эпоху, в особенности начиная с 80-х годов, в отечественной научной и педагогической литературе (с моей точки зрения как дилетанта в философии и истории науки) нашло отражение трёх событий, которые состоялись в сфере «тре-

тьего мира» Поппера [93], мира объективного содержания мышления, прежде всего содержания научных идей.

Во-первых, был снят ореол непогрешимости с *марксистко-ленинской философии* (в широком смысле слова) как единственно правильного учения, дающего научное истолкование и понимание явлений природы. А все «неправильные» доктрины стали доступными для спокойного изучения.

Во-вторых, в отечественных публикациях возникла и стала развиваться тенденция обособления *философии науки* в качестве самодостаточного раздела философии как формы мировоззрения. Так, в вузовских программах наряду с традиционным предметом «философия» появились предметы «философия науки», «философия техники», «философия истории», «философия хозяйства» и др.

Характерная черта содержания текстов, относящихся к философии науки, состояла в том, что они стали включать идеи и концепции выдающихся мыслителей прошлого, например, таких, как У. Уэвелл, Дж. С. Милль, Больцано, Пуанкаре, Дюэм, Шлик, Карнап, Рассел, Витгенштейн, Поппер, Кун, Лакатос. Тулмин, Фейерабенд и др. Невозможно представить себе ситуацию в 50-х или 60-х годах, даже в годы «разоблачения культа личности Сталина», чтобы в какой-нибудь публикации по философским проблемам был бы упомянут Мах в положительном смысле, а не с целью «углубления», уничижительной критики его Лениным. Даже термин *махист* в ту пору звучал почти как приговор. Например: «Новая физика свихнулась в идеализм, главным образом, именно потому, что физики не знали диалектики» [137, с. 248]. Или ещё: «Махизм только у кучки российских махистов служит исключительно для интеллигентской болтовни, а на родине его роль лакея по отношению к фидеизму провозглашается открыто!» [137, с. 204]. И журналистский удар «под дых»: «Философия естествоиспытателя Маха относится к естествознанию, как поцелуй христианина Иуды относился к Христу» [137, с. 333]. Досталось также выдающемуся французскому математику и методологу науки Пуанкаре, который в 1905 году независимо от А. Эйнштейна развил математические следствия «постулата относительности»: «… Анри Пуанкаре, крупный физик и мелкий философ» [137, с. 152].

Тем не менее в 2000 году вышло издание «Механики» Маха [138], в советский период, по-видимому, на русском языке впервые. В аннотации указано, что в ней затронуты философские вопросы естественных наук, что и препятствовало её выходу в то время в связи с критикой махизма В.И. Лениным. Издатели считают, что книга «… будет интересна широкому кругу читателей – *от специалистов в области естественных наук до философов и историков*» (курсив мой – Ю.В.). Так сказать, дождались.

В третьих, после обзоров Людвига фон Берталанфи, опубликованных им во второй половине прошлого столетия употреблённые им словосочетания «общая теория систем», «системный подход» и «системный анализ» в хорошем смысле слова стали модными и чуть было не вытеснили из отечественной научной литературы упоминание о диалектике и даже о диалектическом материализме, хотя у самого Берталанфи присутствует уважительная ссылка на двух бесспорных философских авторитетов прошлого: «У Гегеля и Маркса особое значение придаётся диалектической структуре мышления и порождающего его мира» [49].

С 1969 года стали регулярно выходить ежегодники «Системные исследования», где публиковались статьи по самому широкому предметному, межпредметному и «надпредметному» спектру научных проблем. Например: вопросы применения системного подхода к науковедению и системных исследований в различных областях естествознания; психологические аспекты системного подхода; методологические проблемы управления; актуальные проблемы глобального развития; принципы формализации системных исследований; проблемы информатики и информационной технологии; результаты развития системной методологии в условиях перестройки хозяйственного механизма страны и т.д., и т.п. Вспышка интереса к системной методологии, возникшая после обзоров Берталанфи, была, разумеется событием глобальным. Так, девятнадцатый выпуск ежегодника (1987 г.) был посвящён исследовательской деятельности Международного института прикладного системного анализа (ИИАСА, г. Люксенбург, Австрия).

Такой широчайший спектр обсуждаемой тематики порождает вопрос: если *методологические проблемы системных исследований* столь разнообразны, то не является ли это словосочетание всего лишь «псевдонимом» фи-

лософии? И более того – не превратилась ли привычно понимаемая философия (в первую очередь как преподаваемый предмет) в некий раздел этой новой «мыследеятельности»? Например, в тематических указателях упомянутых ежегодников можно обнаружить упоминание «философии» только в сборниках, начиная с 1980 года (философско-методологические проблемы системных исследований), да и то далеко не каждый год.

Вообще говоря, существует очень разное толкование философии. Её статус, если оценивать и воспринимать её с позиции естествознания, логики и математики самими творцами научного знания, формулируется неоднозначно. Тем не менее возникает повод обратиться к «нестареющему» Аристотелю, который, обсуждая происхождение любви к мудрости, писал: «Все люди от природы стремятся к знанию. Доказательство тому – влечение к чувственным восприятиям: ведь независимо от того, есть от них польза или нет, их ценят ради них самих. <…> Ибо и теперь, и прежде *удивление побуждает людей философствовать* (курсив мой, – Ю.Е.). <…> Но недоумевающий и удивляющийся считает себя незнающим (поэтому и тот, кто любит мифы, есть в некотором смысле философ, ибо миф создаётся на основе удивительного). Если, таким образом, начали философствовать, чтобы избавиться от незнания, то, очевидно, к знанию стали стремиться ради понимания, а не ради какой-нибудь пользы. Сам ход вещей подтверждает это, а именно: когда оказалось в наличии почти всё необходимое, равно как и то, что облегчает жизнь и доставляет удовольствие, тогда стали искать такого рода разумение» [139].

Если начинать отсчёт от Аристотеля, то удивление, побуждающее людей философствовать, порождает недоумение, обнажающее незнание. А путь избавления от незнания – мыследеятельность человечества, называемая *научным познанием*, которая направлена на открытие законов природы и общества, на поиск и нахождение возможных способов взаимодействия с вещами, веществами, системами и явлениями.

Таким образом, целью *научного познания* и его «продуктом» является приобретение суммы знаний, формирующих научную картину мира, и, кроме того, развитие и уточнение самого «арсенала» познания – приёмов его достижения и расширения. Эти приёмы и составляют *научный метод*, а учение о методе – методологию, когда целью деятельности является исследование метода, как в области философии, так и в частных науках, и поиск, выдвижение, разработка и развитие новых, более эффективных и целесообразных методов. Иными словами, человеку свойственна жажда *знания* как такового (будем считать этот термин «прозрачным» и самодостаточным), даже если эта жажда не подогревается оценкой его прикладной значимости. Было бы слишком легкомысленным отождествлять святую и греховную жажду, приведшую прародителей человечества к утрате рая, с обыкновенным любопытством, присущим даже курице.

Итак, научный метод и методология – это «выстраданная» человечеством, наиболее стойкая и сопротивляющаяся изменениям сфера (см., например, [140]). Вот перечень методов научного познания, который в наше время можно встретить во многих публикациях учебного предназначения [10, 116, 141-143].

1. Методы эмпирического исследования: наблюдение; эксперимент, опыт; сравнение, измерение, классификация.
2. Методы теоретического познания: формализация; аксиоматический метод; гипотетико-дедуктивный метод.
3. Общелогические методы и приёмы исследования: анализ и синтез; абстрагирование и идеализация; дедукция, индукция, абдукция; аналогия, обобщение; статистический метод; системный метод; моделирование.

Этот методологический «арсенал» сложился не одномоментно и имеет собственную историю. В реальной работе учёного обычно присутствует сочетание методов, которые традиционно используются им по аналогии с деятельностью предшественников. Но и сама эта традиция – не какой-то застывший канон приёмов, а живой обновляющийся поток состояний сознания, мыслительных актов и диспозиций к действию, имеющий место в третьем мире Поппера [93]. Однако три последних метода из общелогического списка учёными прошлого даже во времена Галилея и Ньютона, стоявших у истоков современной науки, ещё не применялись.

Так, классическая концепция *вероятности*, излагаемая математически, основа *статистического метода*, возникла на основе анализа азартных игр, приведшего к оформлению *математической статистики*, нашедшей широкое

поле приложений как в естественных науках и технике, так и в гуманитарной сфере. Основоположниками теории вероятностей историки науки считают Блэза Паскаля (1623-1662), Якоба Бернулли (1654-1705) и Пьера Симона Лапласа (1749-1827). Вот небольшой перечень книг, изданных у нас ещё в конце прошлого столетия и заслуживающих с моей точки зрения уважительного отношения: [144-152].

Появление в представленном выше списке *системного метода* – методологическая инновация XX века. В отечественной литературе сперва появились переводы работ зарубежных авторов, которые отозвались на включение в тезаурус философии науки нового словосочетания (Outline of General Systems Theory), введённого Берталанфи ещё в 1950 году. На эту статью (Очерк общей теории систем), опубликованную в «Британском журнале философии науки» сослался Михайло Месарович, участник знаменитого Римского клуба и соавтор Эдуарда Пестеля, которые представили «Второй доклад». (О деятельности Римского клуба см. [153]). Статья самого Месаровича, «Основания общей теории систем», открывала сборник докладов, прочитанных на симпозиуме в Кейсовском технологическом институте (США) летом 1963 г. Русскоязычная версия этой книги появилась в 1966 г. [154]. Вскоре после этой публикации у нас были изданы оба обзора Берталанфи [48, 49], которые были обсуждены в пятой главе.

Драму идей, разыгравшуюся после «внедрения» в наш философско-методологический бастион не только этого нового словосочетания, но и его аббревиатуры ОТС, что, как известно, входит к обыкновение тогда, когда понятие становится общеизвестным и привычным, обсудим позже. А сейчас, бросив беглый взгляд на поток статей и монографий по ОТС и смежным проблемам, появившихся на русском языке во второй половине прошлого столетия, можем убедиться в том, что системный метод, как равноправный участник перечня общелогических методов исследования, в отечественной науке утвердился прочно.

Параллельно с этим новшеством резко возрос интерес к моделированию (точнее сказать, знаковому математическому моделированию). Этот метод исследования объектов познания, вообще говоря, не нов, но после «реабилитации» кибернетики в нашей стране и распространения электронных устройств (ЭВМ, компьютеров) управления сложными системами и процессами, а также получения, обработки, хранения и передачи информации (в широком смысле слова) стал воистину универсальным. Ещё в словарях первых послевоенных лет моделирование рассматривалось только как «изучение на моделях явлений и конструкций, по своей сложности или величине плохо поддающихся исследованию в натуре, теоретическому изучению и расчётам» [22, с. 403]. Причём модели были в основном вещественными – модели самолётов изучали в аэродинамических трубах, проекты судов в опытных бассейнах. Затем вошли в обиход приёмы электрического моделирования посредством электрических схем, позволившие решать сложные системы дифференциальных уравнений высоких порядков путём измерений напряжений и токов.

Но уже в 80-х годах моделирование стали представлять не только в роли вспомогательного средства в основном конструкторской деятельности. Вот, например, предлагалась такая формулировка: «Понятие моделирования является гносеологической категорией, характеризующей один из важных путей познания. <…> Особый вид эксперимента – модельный эксперимент – отличающийся от обычного эксперимента тем, что в процесс познания включается «промежуточное звено» – модель, являющаяся одновременно и средством, и объектом экспериментального исследования, заменяющим оригинал. В важном частном случае такого эксперимента – в модельно-кибернетическом эксперименте – вместо «реального» экспериментального оперирования с изучаемым объектом находят *алгоритм* (программу) его функционирования, который и выступает в качестве модели» [155].

Итак, модель выступает гносеологическим «заместителем» оригинала в четырёх условиях: 1) на уровне *элементов*; 2) на уровне *структур*; 3) на уровне *функций* (поведения); 4) на уровне *результатов*. По характеру модели подразделяют на материальные (предметные, вещественные) и идеальные. Всякая материальная модель реально воспроизводит геометрические, физико-химические, динамические и функциональные характеристики оригинала. Идеальные модели – это образы объектов, связей и отношений между ними. Оперирование этими образами – мысленное моделирование, мысленный эксперимент – осуществляется с помощью языка, когда слова и предложения выполняют роль

«заместителей» реальных объектов, отношений и процессов. Эти образы фиксируются с помощью *знаковых систем* – вербально (словесно) на том или ином национальном языке с использованием различных алфавитов и иероглифов и формализовано на основе международного общепринятого знакового «арсенала» математики и математической логики, который не требует толмачей и переводчиков.

Известны следующие типы моделей: 1) *физическая*, которая может быть действующей или только повторяющей форму объекта (модель самолёта в аэродинамической трубе и т.п.); 2) *логическая* – цепь логических построений, прослеживающая ход процесса (явления, события); 3) *графическая* – в сущности логическая модель, отражённая в рисунке, чертеже, эскизе, схеме; например, «двойная спираль» [156] есть модель строения молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК); 4) *математическая* – строится как совокупность логически связанных математических соотношений: систем алгебраических, дифференциальных, интегро-дифференциальных уравнений или в виде *программ* для ЭВМ, представляющих изучаемое явление.

Математическое программирование как современный прогрессивный «жанр» широко понимаемого *моделирования* в настоящее время осуществляется исключительно на основе электронных вычислительных машин (ЭВМ), которые наши англоманы называют компьютерами [англ. computer < лат. computare считать], воспроизводя англоязычное произношение. (Но если придерживаться фонетики латыни, то следовало бы называть их компутерами; ведь в вузах учатся студенты, а не стьюденты).

С другой стороны, различают модели следующих типов: 1) основанные на обработке фактической *эмпирической информации* (например, данные биометрии, результаты регрессионного и дисперсионного анализа и т.п.); 2) создаваемые путём перебора на ЭВМ различных частных программ по определённым правилам (самоорганизующиеся, саморегулирующиеся модели); 3) модели, в которых присутствуют только наиболее существенные с точки зрения исследователя компоненты и связи (аналитические модели например, «экологическая пирамида» и «пирамида биомасс» [15, с. 353]; 4) модели, представляющие собой программы, за результатами расчётов по которым наблюдают, задавая различные значения переменных и параметров; иными словами, воспроизводя поведение системы в различных условиях. Это имитационные модели, которые обычно построены по принципу блоков, выполняющих роль *чёрных ящиков* [82, с. 33; 157-159].

Последний термин требует пояснений. С одной стороны, так называют прибор, подробно фиксирующий основные показатели работы судна или самолёта (высоту, скорость, курс полёта, координаты), а также записывающий переговоры экипажа, объявления для пассажиров, периодическую связь с береговыми или наземными службами, другими судами и пр., что является объективным свидетельством в случае аварии. Но, с другой стороны, это термин *системотехники* (это понятие обсудим позже), обозначающий системы, структура и внутренние процессы которых неизвестны или очень сложны для понимания и объяснения. Области применения этих терминов не следует путать, в сущности это омонимы.

Таким образом, если отсутствуют эмпирические данные о структуре системы и функционировании её частей (подсистем), то исследователь ставит цель изучить поведение так называемых «входов» в систему (потоки вещества, энергии и информации) и «выходов» из неё. Так что наблюдению подлежит поведение только этих входов и выходов, т.е. зависимость изменений на выходе от изменений на входе. Статистическая обработка таких зависимостей (связей) позволяет найти эмпирическую взаимосвязь между поведением входов и выходов (т.е. в идеале математическую модель), что может оказаться достаточным для предвидения (прогнозирования) предстоящего поведения системы и для управления ею. Эта статистически полученная взаимосвязь носит название *корреляция* [лат. correlation отношение, соотношение], – вероятностная зависимость, не имеющая, вообще говоря, строго функционального характера: хорошо известное математическое понятие *функции* является частным случаем корреляции.

Метод «черного ящика» широко применяется в тех случаях, когда интерес представляет *поведение системы*, *а не её строение*. Так, врачевание (терапия) в прошлом, когда человечество ещё не было знакомо с анатомией и физиологией организмов, представляло собой применение метода «чёрного ящика», когда, скорей всего, путём проб и ошибок (на жаргоне исследователей «методом тыка»)

изыскивались растительные, животные и минеральные лекарства, а также средства психологического воздействия (транквилизаторы, возбуждающие средства, наркотики и др.). В этом случае больной организм уподоблялся «чёрному ящику», пробное лекарство выполняло роль «входа», а на «выходе» ожидался эффект выздоровления или облегчения недуга. По итогам длительных и разносторонних наблюдений накапливался опыт врачевания даже без понимания механизма (биохимического, биофизического или психотерапевтического) воздействия на сложную систему, которой является живой организм. Именно так исторически сложились во многом даже несопоставимые национальные культурные традиции и врачевательные рецепты. И даже современная (общепринятая, «европейская») медицинская практика подвергалась и подвергается до сих пор серьёзной критике: «Исключительно медикаментозная терапия облегчает боли, но не действует на развитие болезни. Физиотерапия, тепловое лечение прописываются без всякой критики. Выбор курорта для водолечения носит случайный характер, потому что в трудах по бальнеотерапии [лат. balneum ванна; купание + …терапия; –совокупность методов лечения, профилактики, основанных на использовании минеральных вод] почти всегда отсутствует глубокий анализ различных бальнеотерапевтических воздействий» [160].

Математическое моделирование на ЭВМ стало эффективным методом, оно позволяет решать любые задачи, которые ставятся перед модельным познанием. Наилучшим образом эти достоинства проявляются, например, при исследовании объектов в условиях невесомости экстремальных температур или объектов микромира. Сложные объекты можно моделировать как целостные системы (системное моделирование) или по частям, что актуально в связи с глобальностью решаемых проблем.

В настоящее время математические модели в целях имитационного моделирования на ЭВМ широко применяются в прикладной метеорологии и экологических исследованиях. Так, начало эпохи моделирования в глобальных масштабах связано с именем американского математика Джея Форрестера. Он исходил из того, что человек всегда действует, согласуясь с моделями, которые присутствуют в его сознании, ведь мысленные образы это, в сущности, те же модели. На русском языке изданы две его монографии: «Динамика развития города» [161] и «Мировая динамика» [162]. Именно Форрестер сделал первый шаг в сторону формализации тех самых образов, смутно воспринимаемых тенденций и объективных статистических данных (рост народонаселения, исчерпаемость ресурсов, растущий объём отходов и загрязнителей и т.п.), что и привело в 70-е годы прошлого века к рождению Римского Клуба, доклады которого готовились с помощью моделей мировых, глобальных экологических и экономических процессов.

Форрестер предложил моделировать «мировую систему», представляя её как сложную систему, взаимосвязанную структуру цепей «обратной связи» (термин кибернетики). Он писал:

«Это технический термин, обозначающий ситуацию в системе для любого момента принятия решения. Решение определяет последовательность действий, которые изменяют состояние окружающей системы и вызывают целый поток информации, на которой базируется новое решение. Такая цепочкообразная структура свойственна всем видам решений, общественных или индивидуальных, сознательных и несознательных. <…>

Сложные системы: 1) контринтуитивны; 2) удивительно нечувствительны к изменениям многих параметров системы; 3) резистентны к административным новшествам; 4) содержат точки влияния часто в неожиданных местах, которые являются источником сил, могущих изменить баланс в системе; 5) противодействуют и компенсируют прикладываемые извне усилия путём снижения темпа соответствующего действия, генерируемого внутри системы (корректирующая программа сильно амортизируется, так как значительные усилия её расходуются на возмещение потери внутреннего действия); 6) их отдалённая (долгосрочная) реакция на какое-либо … нововведение часто оказывается прямо противоположной немедленной (краткосрочной) реакции на это нововведение; 7) имеют тенденцию к ухудшению состояния» [161, с.118].

Наиболее удивительным примером использования методов математического моделирования с помощью ЭВМ является создание сценариев «ядерной зимы». Разумеется, что в арсенале эмпирически выявленных фактов человечеством нет измеренных эффектов,

вызванных взаимными атомными бомбардировками предполагаемых противников. Известны только последствия разрушений Хиросимы и Нагасаки, а также ряда аварий на атомных электростанциях и технологических реакторах. Но и этих данных хватило для того, чтобы сделать всесторонние оценки возможных глобальных последствий ядерной войны.

Так, известен перевод на русский язык сборников, подготовленных интернациональным коллективом учёных, «Последствия ядерной войны» [163, 164]. Оригиналы были опубликованы в 1985 г. и тогда же была издана книга Н.Н. Моисеева, В.В. Александрова и А.М. Тарко «Человек и биосфера». [19].

В этих научных трудах убедительно показано, что в случае широкомасштабного ядерного конфликта победителя в такой войне не будет, кто бы ни начал первым. Все гибельные для человечества и биосферы в целом эффекты оценены с помощью математического моделирования. Расчеты показали, что в этом случае возникнет «ядерная зима» и «ядерная ночь», когда температура на всей земле упадёт на десятки градусов и круглосуточная ночь будет более темной, чем даже в новолуние. Это может продолжаться несколько месяцев. Существование человечества в этих условиях станет, мягко говоря, проблематичным, поскольку биосфера будет загрязнена громадным количеством радионуклидов (если не упоминать о прямых разрушениях) и наступит глобальный голод, т.к. все источники пищи либо вымерзнут, либо погибнут, либо будут «заражены» радиацией.

На этом примере видно, какую роль математическое моделирование начинает играть в наше время. Сейчас точные естественные науки, вооружённые развитой методологией, начинают влиять не только на ускоряющееся развитие техники, но и на мировую политику. Во всяком случае государства, входящие в так называемый «ядерный клуб», т.е. располагающие ядерным оружием (это США, Россия, Великобритания, Франция, Китай, а теперь уже и Индия с Пакистаном) рассматривают ядерный арсенал в первую очередь в качестве сдерживающего фактора и бдительно следят за попытками государств с непредсказуемым поведением (например, КНДР и Иран) овладеть подобным оружием.

* * *

В завершении раздела 7.2 можно прийти к следующим выводам.

1. В рамках так называемой всеобщей философии, как формы деятельности человека, ориентированной на осмысление основных проблем, его бытия и на эволюцию последних, во второй половине прошлого столетия обособился портал (воспользуемся новомодным термином) *философия науки*.

2. Философия науки – не догматическое, а живое учение, включающее в свою плоть его истоки и историю, настоящее состояние, проблемы и перспективы. Это учение не претендует на венец и ореол «единственно верного и безошибочного». Напротив, как утверждал известный «анархист от науки» Пол Фейерабенд (1924-1994), что универсальных методологических правил в науке не существует и существовать не может, философия бессильна описать науку в целом (см. [166]).

3. Ряд однозначно толкуемых в послереволюционной советской официальной литературе словосочетаний – диалектический материализм, философия марксизма, марксизм-ленинизм и т.п. – заняли в истории и философии науки полагающиеся им хронологически выстроенные места (ниши) наряду с другими доктринами, как светскими, так и религиозными. Жизненная практика за последнюю четверть века показала, что любые озарившие разум, выстраданные и даже навязываемые взгляды на действительность заслуживают всестороннего рассмотрения и изучения безотносительно к их происхождению, – будь то неумирающая мифология, в защиту которой высказывался Фейерабенд [166,с. 295], или тексты библии, корана и ряда восточных религий.

4. По-видимому *методологию науки*, исторически сложившуюся, наиболее устойчивую сферу интерсубъективной мыследеятельности, находящуюся под бескомпромиссным контролем практики (техники, технологии), следует рассматривать в качестве основного инструмента *философии науки*. Именно методология вносила и вносит в философию науки проблемы, касающиеся смысла жизни, заслуживающие непрестанного анализа, обсуждения, критики и прояснения перспектив развития. Причина этого неиссякаемого потока задач по словам австрийского философа, логика и математика Людвига Витгенштейна

(1889-1951), с именем которого связан «Лингвистический поворот» в современной философии, « … кроется в том, что наш язык остаётся тем же самым и вновь и вновь склоняет нас к постановке тех же самых вопросов» [167]. Так что скорей всего не случайно отечественный философский журнал получил название «Вопросы философии», хотя аналогичных названий, например, «Вопросы химии» или «Вопросы математики», я не встречал.

5. В вышеприведённом списке общелогических методов и приёмов исследования *системный метод* указан как «равноправный» наряду с шестью другими, вошедшими в человеческую практику намного раньше появления в методологической и философской литературе упоминаний обзоров Берталанфи и введённой им в обиход аббревиатуры ОТС. Общая ***теория систем***, если вспомнить перечень направлений в её разработке [48], в сущности представляет собой ***систему теорий***, из которых «классическая» теория систем, применяющая классическую математику, и следующие теории: ячеек, множеств, графов, сетей, информации (в смысле К. Шеннона и У. Уивера), абстрактных автоматов (напр., машина Тьюринга), игр, решений, очередей – являются теориями в изначальном смысле этого слова [<гр. theōria наблюдение, исследование], т.е. обобщениями, отражающими объективные черты и закономерности состояния, функционирования и развития природных и техносферных систем. В широком смысле слова теория – это форма *идеального освоения мира*. Кроме этого в перечне Берталанфи упомянуты ещё кибернетика, вычислительная техника и моделирование, которые, разумеется, оснащены соответствующими формами идеального освоения, представленными в текстах, но их реальное освоение нуждается в использовании технических устройств как на стадии изучения, так и применения. Таким образом, ОТС Берталанфи – развивающаяся *система теорий*, которая в контакте с техникой обеспечивает научно-техническую революцию и научно-технический прогресс. В первые годы перестройки это были очень распространённые словосочетания [168-174], довольно быстро ушедшие в область истории, поскольку строительство водопроводов, нефтепроводов и газопроводов – искусство не очень сложное и не очень нуждающееся в научно-техническом прогрессе.

6. Перечень направлений ОТС представляет собой открытую *систему теорий*. В обзоре Берталанфи [48] нет характерных концовок и др. и т.д. и т.п. В связи с этим есть основание добавить в этот перечень после кибернетики, вычислительной техники и моделирования ещё и *синергетику* [англ. synergetics < гр. synergēia совместное действие, сотрудничество]. Академику Б.Б. Кадомцеву в предисловии к сборнику статей зарубежных учёных принадлежит следующее высказывание: «С лёгкой руки немецкого физика-теоретика Германа Хакена термин *синергетика* получил достаточно широкое признание и распространение как некоторое общее название для междисциплинарной области, занимающейся изучением появления и развития упорядоченных во времени или в пространстве (или то и другое вместе) процессов или структур. Не только в физике, но и в других науках, изучающих более сложные явления природы, очень часто приходится встречаться с *самоорганизацией* (курсив мой, – Ю.Е.) – появлением и развитием структур в первоначально однородной среде. Простейшими примерами могут служить рост кристаллов, в частности снежинок, автоколебательные процессы, образование конвективных ячеек и течения, переход к турбулентному течению в жидкости, автоволны в химически активных средах и т.д.

Синергетика – это не отдельная наука, а скорее термин, говорящий об общности интересов и математических методов исследования родственных нелинейных явлений в разных областях наук. Этот термин уже сыграл роль своего рода катализатора для попыток установить связи между представителями разных наук – физики, гидродинамики, химии, биологии –на основе изучения сложных явлений самоорганизации» [179]. (Об этом подробнее ниже).

7. Обсуждённые выше термины можно связать друг с другом, используя понятие иерархии при рассмотрении их смысла и области применения, перемещаясь от наиболее общих определений в сторону более конкретных и поэтому более понятных. Будем исходить из того, что существует некая «общая» философия, не отыскивая её определение в энциклопедиях и справочниках: достаточно, что преподаваемый предмет философия присутствует в образовательном стандарте. Она включа-

ет в себя философию науки, которая включает методологию и т.д. Вот как это выглядит:

Философия → философия науки→методология науки→ОТС→ («классическая» Т.С., теория ячеек,…, теория информации,…, кибернетика, синергетика, …, <путь открыт>).

По словам Берталанфи «общая теория иерархического порядка, очевидно, будет важнейшей составной частью общей теории систем … Проблема иерархического порядка тесно связана с вопросами эволюции … и меры организации; <…> В конечном счёте динамика и иерархический порядок могут представлять собой одно и тоже» [48, с. 50].

8. «Общая теория систем» (ОТС) – словосочетание, впервые употреблённое Берталанфи, – все-таки не термин, хотя бы потому, что всякий термин в естественнонаучном лексиконе конкретен не только по смыслу, но и метрологически. Сам Берталанфи это понятие считал одним из «ходячих выражений». Но при решении сложных научно-технических проблем современности нужно придерживаться определённого порядка действий, который он назвал *системным подходом* [48, с. 31], подчёркивая, что «… во всех областях современного знания мы вынуждены сталкиваться с необходимостью анализа сложных объектов (курсив мой, – Ю.Е.). … Это ведёт к фундаментальной переориентации научного мышления» [48, с.32].

7.3. МЕТОДЫ ОТС: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ. СИСТЕМОТЕХНИКА

Российский философ и методолог науки (я его уже упоминал в четвёртой главе) Игорь Викторович Блауберг (1929-1990), в соавторстве с Э.М . Мирским и В.Н. Садовским [176, с. 329], оценивая современное состояние системных исследований, считал, что «… выдвинутые в первые послевоенные годы две общесистемные программы – общая теория систем Л. фон Берталанфи и кибернетика Винера, – хотя и оказали важное стимулирующее влияние на развитие системных исследований, в настоящее время не могут – в силу присущих им многих ограниченностей и несовершенств – выступать в качестве теоретического основания современных системных исследований. Предложенные в последующее время различные варианты построения общей теории систем, авторы которых, как правило, стремились к тому, чтобы придать этой концепции строго научный, в идеальном случае – математический вид (работы М. Месаровича [177], Р. Акоффа [178], Р. Калмана [179], Дж. Клира [180], Н.П. Бусленко [181], Н.Н. Моисеева [182], А.И. Уемова [183] и многих других) уже в исходном пункте значительно сужали свою задачу исследованием систем определённых классов и типов и в большинстве случаев даже не стремились к разработке фундаментальных основ системных методов в целом. Аналогичная ситуация имела место и относительно послевинеровских вариантов построения кибернетики (работы У. Росс Эшби [184], Г. фон Ферстера [185], Г. Паска [186], А.И. Берга [187], В.М. Глушкова [188] и других)».

Эта статья была опубликована в 1982 году, когда уже по словам отечественного философа А.Н. Аверьянова наряду с дальнейшей разработкой диалектической логики и её сердцевины – диалектического противоречия в области методологии особое место занял системный подход и в целом «системное движение».

Вот что он писал: «В настоящее время трудно даже перечислить работы, посвящённые этой теме. (Сноска в статье: в советской литературе по этой теме насчитывается более 1000 публикаций [189]). Само «системное движение» … дифференцировалось, разделилось на различные направления. Основными из них являются: общая теория систем; системный подход; системный анализ; философское осмысление системности мира. По общей теории систем и непосредственно связанных с ней системному подходу и системному анализу также имеется много научных трудов. Сделаны попытки философского анализа категории «система», системного подхода, его статуса, *соотношения с диалектическим методом* (курсив мой, –- Ю.Е.). Вместе с тем проблема методологии системного познания мира остаётся ещё недостаточно разработанной» [190].

При чтении подобных работ, написанных отечественными философами в основном марксистско-ленинской школы, возникает мнение, что эти авторы были озадачены ситуацией, когда в середине 80-х годов (расцвет горбачёвской *перестройки*) различные «системные учения», так сказать, без спроса, стали внедряться в область философского словотворчества, соседствуя и даже

вытесняя «универсальные» понятия диамата и истмата. Тем не менее немало советских философов и методологов науки начали творчески осваивать эту новую мировоззренческую нишу, не отказываясь от своего марксистско-ленинского происхождения. (Как мне однажды сказал глубоко уважаемый мною Герман Викторович Мокроносов ещё в 70-х годах, что диалектический материализм – всего лишь одно из современных философских учений и далеко не самое худшее).

Если взглянуть на публикации самого И.В. Блауберга (их список приведён в упомянутой выше монографии [176] с 1957 по 1991 годы, то можно подметить снижение доли упоминания в названиях работ ключевых слов «единственно верного учения». Его посмертно опубликованная статья «Из истории системных исследований в СССР: попытка ситуационного анализа» в этой же монографии, а также в журнале [191] и в ежегоднике 1989-1990 [66], посвящена памяти советского философа Эрика Григорьевича Юдина (1930-1976), сделавшего в весьма сложное время большой вклад в развитие системной методологии в нашей стране. Эта статья и ранее упомянутая монография Блауберга и Юдина [68] заслуживают внимательного чтения. Одно дело – когда современные читатели не столько изучают, сколько потребляют в готовом виде концепции, идеи, теории, доктрины и т.п., в своё время выстраданные первопроходцами или критиками господствующих взглядов. Но совсем другое мировоззрение формируется, когда читатель прикасается к этой драме идей не в чьём-то пересказе, а обратившись к первоисточникам.

Если «системное движение» (аверьяновский термин) в СССР находилось под неусыпным присмотром идеологических цензоров (например, в то время существовал даже «сектор философии» ЦК КПСС), то резкий подъём интереса к системным исследованиям за рубежом, возникший после публикаций Берталанфи и Винера, состоялся в очень разнородной научной среде, но, тем не менее, не испытывающей ни страха перед инквизицией, ни почтительного уважения к ней. Так, ещё в 1963 г. в Кейсовском технологическом институте (США) состоялся междисциплинарный симпозиум специалистов, представляющих довольно различные области знания: «чистые» кибернетики, математики, биологи, экономисты, философы, техники. Как выразился автор предисловия к сборнику, включающему наиболее интересные доклады этого симпозиума, В.Я. Алтаев, – «всё смешалось в доме науки» [154, с. 5]. Можно убедиться, взяв в руки этот сборник, в существовании уже в то время непересекающихся взглядов в сфере системных учений. Например, заслуживает внимания конструктивная критика Р. Акоффом складывающихся представлений о существенных чертах ОТС [154, с. 66]. Или в докладе Ч. Черчмена «Один подход к общей теории систем» предложен способ аксиоматизации этой теории, заключающийся в постулировании следующих утверждений: «1) системы представляют собой комплексы, которые можно синтезировать и оценивать; 2) прилагательное «общая» в выражении «общая теория систем» относится как к «теории», так и к самим системам». Аксиомы формулируются следующим образом.

1. Системы синтезируются и конструируются. <…> 2. Системы синтезируются по частям.<…> 3. Компоненты систем тоже являются системами. <…> 4. Система замкнута, если её оценка не зависит от характеристик окружающей её среды, которая относится к определённому классу сред. <…> 5. Обобщённая система есть замкнутая система, остающаяся замкнутой во всех возможных средах. <…> 6. Существует одна и только одна обобщённая система (монизм). <…> 7. Эта обобщённая система оптимальна («оптимизм»). <…> 8. Общая теория систем есть методология поиска обобщённой системы. <…> Поиск обобщённой системы становится всё более затруднительным с течением времени и никогда не завершается («реализм)» [154, с. 183].

Во всяком случае, как указано в аннотации, «книга даёт пищу для серьёзных размышлений как для философов, экономистов и социологов, так и для математиков, кибернетиков и физиков, причём не только для специалистов высшей квалификации, но и людей, делающих в науке лишь первые шаги». Оригинал был опубликован в 1964 г., русский перевод в 1966 г., а чем закончились эти «серьёзные размышления» для советских учёных можно узнать, хотя бы познакомившись с биографией Э.Г. Юдина. Публикатор последней статьи И.В. Блауберга [176] (который будучи тяжело больным, надиктовал её на магнитофон) задался вопросом: «Что дви-

гало людьми, стоявшими у истоков системных исследований в нашей стране? Только ли чисто научные и философские интересы? Разумеется, нет. Наряду с этим они видели здесь и возможность уйти от давящего казённого «диалектического и исторического материализма», путь к свободе философского творчества, способ воздействия на идейную атмосферу общественной жизни, средство развития серьёзной методологической культуры и выхода нашей философской мысли из состояния изоляции» [176, с. 408]. В этой же статье впервые и было указано, что Э. Г. Юдин в 1957 г. стал жертвой политических репрессий, а реабилитирован был через тридцать с лишним лет (в 1989 г.) на основании «отсутствия в его действиях состава преступления».

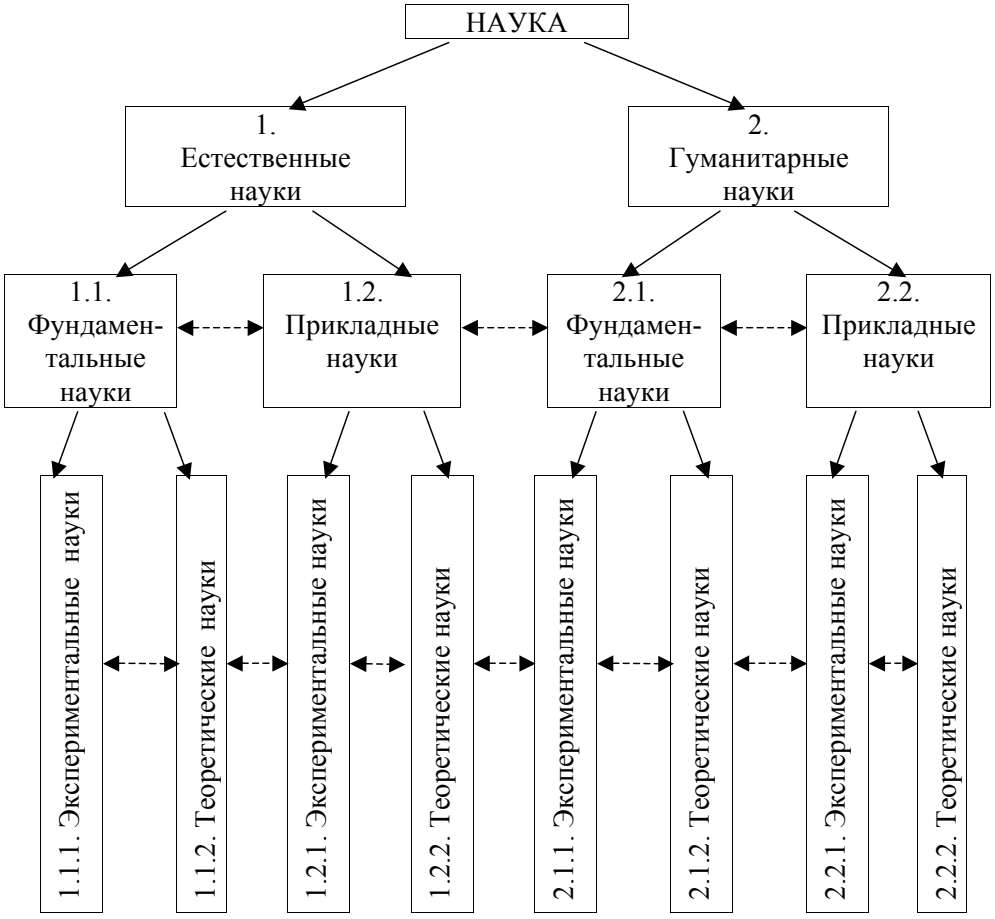
Есть смысл различать сферы «системного движения», опираясь на первое правило классификации (указание единого основания). По крайней мере на этом пути можно выявлять некую системность в самом «системном движении». Вот, например, две дихотомии.

1) Системы мира физических объектов и состояний (первый мир Поппера): *природные* (экосистемы и пр.) и *техногенные* (АЭС, ЭВМ и пр.);

2) Системы мира объективного содержания мышления (третий мир Поппера): *продукты открытий*, физически не существующие, но знаковые, отражающие свойства объектов внешнего мира (периодическая система элементов и пр.) и *продукты изобретений* (языки программирования и пр.).

Подобным дихотомическим разбиениям можно подвергнуть и другие сложные объекты и феномены, – экономику, политику, искусство, да и философию. Или, рассматривая науку как сферу человеческой деятельности, можно представить её в виде пирамиды или дерева понятий (схема 1).

Исторически сложившиеся формы наук (схема 1)



В итоге выявляются шесть «жанровых» аспектов науки, отвечающих на разные вопросы (смотри таблицу)

Классифицирующий вопрос (основание)	Н а у к и	Ответ на классифицирующий вопрос
Что является *предметом* (объектом) познания?	Естественные	Внешний мир, природа, Космос
	Гуманитарные	Внутренний духовный и ментальный мир человека; общество
Что является *целью* познания?	Фундаментальные	Приращение знания, его обобщение и проверка истинности
	Прикладные	Использование знания на практике, научное обеспечение техники
Каким методом (способом) осуществляется приращение знания?	Экспериментальные	Наблюдением и постановкой (организацией) опытов
	Теоретические	Мыслительными операциями, умозаключениями в рамках логики

В обзоре Берталанфи, где впервые появилось словосочетание ОТС и понятие «системный подход» [48], перечень направлений в разработке теорий систем классификационно не выдержан, в нём нет очевидного дихотомического разбиения. Но это, как я уже отметил выше, открытый список, а не «систематизированная система теорий». В нём ещё не было синергетики, которая сейчас туда включается. А что касается словосочетания (понятия) *системный подход*, то оно стало общепринятым в методологической и даже философской литературе, несмотря на то, что даже само понятие *системы* до сих пор всесторонне истолковывается, а слово *подход* только кажется понятным. И если это термин, т.е. по Фейнману обычное слово, употреблённое необычным образом, то он нуждается в экспликации.

Тем не менее обсуждение открытого (т.е. пополняемого) списка методов ОТС начнём с понятия системный подход.

7.3.1. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Из обзора Берталанфи, рассмотренного в пятой главе, становится понятным, что сам автор обзора, обсуждая истоки растущего интереса к феномену сложности, в первую очередь имел в виду проблемы, связанные с новой техникой (индустриальные предприятия, энергетика, автоматика, вычислительная техника, средства вооружения). А это объекты техносферы и продукты изобретений. Но, завершая свой очерк, он подчеркнул, что понятия и принципы ОТС широко применимы к психологическим и социокультурным системам с учётом их специфики, что порождает практику их прикладного анализа. Включение отечественных авторов в «системное движение» стало широким (в смысле перечня направлений и «жанров») во второй половине 60-х годов, насколько я могу судить на основании личного опыта вузовского преподавателя. Так, в текстах научных трудов И.В. Блауберга, нашего «первопроходца» этого движения, словосочетание «системный подход» стало появляться с 1967 г. [192]. Затем через десять лет после публикации упомянутой выше его книги [68] в 1977 г. вышел ежегодник «Системные исследования», целиком посвящённый, как написано в аннотации, «… общим методологическим проблемам системного подхода, определению места системного подхода в структуре методологического знания, вопросам разработки формализованных системных концепций, системному подходу к науке и её истории, формированию системных исследований в отдельных естественных дисциплинах: биологии, психологии, изучения культуры, градостроительстве».

Сборник открывает статья Блауберга «Целостность и системность» [193], в которой он сопоставил эти понятия не случайно. Если учесть, что тема ещё его кандидатской диссертации (1962 г.) называлась «О категориях целого и части в *марксистской философии*» (курсив мой, – Ю.Е.), то становится понятным, почему в те годы возникла необходимость нахождения контакта, хотя бы на уровне компромисса, между лексиконом официального марк-

сизма, претендовавшего на «единственность и всеобщность», и ОТС.

Блауберг пишет: «Как известно, … закономерности познания целостных объектов были сформулированы К. Марксом в «Экономических рукописях 1857-1858 годов». В этой связи характер трактовки категорий части и целого и производной от них проблемы целостности *в значительной мере определяет общую стратегию научного познания, способ решения кардинальных научных проблем*». (Курсив мой, – Ю.Е.). И в конце своей статьи он пришёл к выводу, что «… изображение целостного объекта (целого) в виде системы не является единственно возможной формой его отображения в знании, поскольку могут существовать, скажем, структурное, функциональное, структурно-функциональное, поэлементное и другие его изображения. Нельзя исключать возможность появления и иных, более эффективных способов описания целого, которые сменят системный подход, как и он сменил другие, хотя в настоящее время, по-видимому, он является *самым эффективным из существующих способов*. <…> Исследование методологических аспектов проблемы целостности и разработка системного подхода в современных условиях могут осуществляться лишь в неразрывной связи друг с другом». (Курсив мой, – Ю.Е.).

Конечно, дорогого стоит такое утверждение за три года до провозглашённого Н.С. Хрущёвым срока построения коммунизма в нашей стране. Если кто-либо забыл или вовсе не знает, то напомню, что был назван 1980 год. Получается, что почему-то диалектический материализм, *который не был даже упомянут в этой статье*, уступил первенство системному подходу.

Искать в статьях, монографиях и справочниках исчерпывающее определение системного подхода так же бесперспективно, как пытаться «учредить» бесспорную формулировку понятия диалектики, имеющего античные корни. Подобного рода определения чаще всего встречаются в учебниках, т.к. выученная (вызубренная) формулировка какого-либо термина той или иной науки нередко (а нынче всё чаще с связи с ЕГЭ) выступает в роли то ли монумента, то ли манекена, символизирующего знание. В истории науки есть хорошие примеры, когда уважаемые авторы прошлых лет скептически относились к такой педагогической традиции (правильнее сказать – привычки).

Немецкий физик Пауль Эренфест относительно определения физики как науки высказывался следующим образом:

«Я всегда полагал и теперь полагаю, что вопрос о ценности того или другого определения понятия «задача физики» выяснился лишь в том случае, если бы из этого определения делалось какое-нибудь употребление… С точки зрения интересов преподавания в средней школе все мне известные определения физики должны быть признаны даже вредными или, по крайней мере, опасными. Опасность я вижу в том, что ученик не заметит пропасти, лежащей между определениями таких понятий, как «физика» и определениями, при помощи которых вводятся понятия «день», «плотность», «давление», «грамм», что он и на эти последние перенесёт то легкомысленное отношение, какое у него естественно может сложиться по отношению к первым, если он заметит, что они никогда не бывают ему нужны» [194].

Второй пример «логической иронии» как реакции на формулирование «исчерпывающе точных» определений понятий, даваемых в начале изложения содержания той или иной науки, принадлежит отечественному географу, историку и этнографу Льву Николаевичу Гумилёву (1912-1992). Он не предлагал ничего более многословного для предварительного определения понятия «этнос», чем то, что это – «коллектив особей, противопоставляющий себя всем прочим коллективам». В связи с этим он писал:

«Автор данной книги поставил вопрос о степени нашего знания, а точнее – незнания предмета, которому исследование посвящено. <…> К сожалению, мы не можем сразу предложить точные дефиниции (которые, вообще говоря, весьма облегчают исследование), но, по крайней мере, мы имеем возможность сделать первичные обобщения. <…> Ну, а если найдется привередливый рецензент, который потребует дать в начале книги чёткое определение понятия «этнос», то можно сказать так: этнос – феномен биосферы, или системная целостность дискретного типа, работающая на геобиохимической энергии живого вещества, в согласии с принципом второго начала термодинамики, что подтверждается диахронической хронологией исторических событий. Если этого достаточно для понимания, то можно не читать книгу дальше» [27, с. 15].

Проблемы лингвистической семантики, связанные с введением терминов и более общих понятий в лексикон конкретной науки, возникают, в частности, ещё и потому, что эти научные словосочетания в буквальном смысле слова «живут», однажды родившись, а затем, попав в третий мир Поппера [93] – мир содержания научных идей, – претерпевают различные метаморфозы и переосмысления вплоть до ухода из актуального словаря, перейдя в словарь истории науки. Такова, например, судьба богдановского термина «тектология» (см. главу 6).

Так, например, упомянутый в предисловии советский учёный-энциклопедист В.В. Налимов приводит коллекцию высказываний о термине «статистика» [4, с. 272]. Эта подборка по его словам «не претендует на полноту, особенно в той её части, которая относится к XX в. Здесь мы стремились прежде всего представить контрастные высказывания». Список охватывает годы с 1749 по 1971 – 164 определения, толкования, формулирования и др. Это пример, касающийся судьбы только одного термина, как «кирпичика» здания науки. Но ведь главными продуктами любого учения являются научные теории, которые по словам австрийского физика Эрвина Шрёдингера «… служат для ускорения обзора наблюдений и экспериментальных результатов» [195].

Будучи несколько успокоенным точкой зрения Шрёдингера, предлагаю для «ускорения обзора» небольшую подборку толкований словосочетания «системный подход», обращая внимание, в первую очередь, на тексты предперестроечных лет и самой перестройки, т.к. именно в ту пору появились люди, которые умели писать, как говорил Бердяев, не только «о чём-то», но и «что-то». И не всегда то, что от них ждали.

• «Основным направлением технического прогресса в области применения ЭВМ является так называемый системный подход к управлению ими. <…> При системном подходе имеет место автоматизированный сбор информации и накапливаются исходные данные для хранения на магнитных лентах, <…> вывод данных производится уже в готовом виде, – в форме чертежей, проектов распоряжений, планов. <…> При системном подходе требуется наличие специальной операционной системы» [196].

• «… Растущая ориентация науки на проблему управления, во всех её разнообразных модусах, … выражает сущность и значительность сдвигов, происходящих как в характере социальной практики, так и в самом строе научного мышления. <…> С этих позиций яснее становится и роль в современной науке новых методологических направлений, к числу которых относится системный подход. <…> Анализ путей развития и сущности системных идей – задача, сложная сразу в нескольких отношениях. В философско-методологическом плане один из главных моментов такого анализа состоит в том, чтобы показать глубокую взаимосвязь системных идей с диалектикой. Эта взаимосвязь восходит к самым истокам системного подхода, как и других современных плодотворных методологических направлений. Вопреки некоторым неосновательным опасениям системный подход не только не претендует на то, чтобы стать вровень с диалектикой или тем более подняться над ней, но как раз наоборот: именно в идеях диалектики он находит своё основание и опору. Эта мысль легко читается даже в работах ряда западных специалистов по теории систем, не говоря уже об исследованиях учёных, которые сознательно разделяют диалектико-материалистическое мировоззрение. Дело … в том, чтобы диалектика не понималась упрощенно и не отождествлялась с её изложением в некоторых популярных учебных пособиях (! – Ю.Е.). Эвристическая, конструктивная роль диалектического метода, его влияние на сдвиги, происходящие в самых глубоких недрах методологии познания, вовсе не сводится к тому, чтобы по-своему интерпретировать то, что уже открыто наукой. Диалектика воспринимается научным познанием – и не в последнюю очередь системными исследованиями – прежде всего со стороны своего идейного содержания. В этом смысле системный подход не только опирается на диалектику, но и позволяет глубже понять её общеметодологический смысл, её связь с основными тенденциями развития современной науки» [68, с. 9].

• В настоящее время общепринятая трактовка теории систем отсутствует, однако для большинства последовательных марксистов очевидно, что эта теория не

является новой философией или наукой, которая поглотит философию, не может «подняться над» философией или стать независимой от неё. Универсальность и методологическое значение теории систем вовсе не означают, что возникла альтернатива: или эта теория – или диалектико-материалистическая философия. <…> Вместе с тем, по нашему мнению, теория систем не может ограничиваться лишь сферой логики и математики или идти в своём развитии и самоопределении только «дедуктивным» путём. Мы видим будущее системного подхода не столько в его дальнейшей логико-математической формализации, … сколько в … применении его к конкретным социальным, экономическим и другим явлениям действительности … В ближайшее время следует ожидать скорее множественности, чем уникальности системно-теоретических концепций. <…> Возможно, что до появления единой теории систем будет существовать несколько теорий систем, различным, но взаимодополняющим образом описывающих объекты исследования; причём нельзя будет утверждать, что только одна из них истинна, а остальные ложны. Системный подход сам неоднозначен, ибо выступает различным образом на различных уровнях отвлечения от действительности. Его можно рассматривать как способ теоретического упрощения сложного объекта исследования, как абстрактно-теоретический «каркас» для конкретно-практического изучения такого объекта, как образ мышления, характерный для данного исследователя. <…> Системный подход сам внутренне диалектичен. Использовать его – значит не только «обнажать» суть явлений, отвлекаясь от несущественного, случайного, но на основе полученного знания о сущности понять данное явление во всём богатстве его деталей» [197].

• «В качестве современной формы развития общенаучной концепции атомизма выступает сегодня системный подход. Сущность этого подхода формируется вокруг центральных понятий современного научного познания – системы и модели» [198].

• «Системные исследования в целом сами представляют собой сложную систему взаимосвязанных элементов, в которой прежде всего следует различать *методологический*, *процессуальный* аспект системных исследований и совокупность *позитивных*, *конкретных результатов*, получаемых в них. Первый представляет собой *системный подход*, или *системный метод*, который таким образом можно понимать как эксплицитное выражение процедур представления объектов как систем и способов их системного исследования (описания, объяснения, предсказания, конструирования и т.д.). Естественно, что «системный подход» может выступать в сознании учёных и фиксироваться в соответствующих текстах в весьма различных формах – от эмпирического полуинтуитивного описания частных процедур системного исследования и до строгого (в частном случае – математического) задания общесистемных принципов и методов» [199].

• «В настоящее время системный подход рассматривается в качестве одного из конкретных путей всё более глубокой *диалектизации естествознания.* (Курсив мой, – Ю.Е.). При этом обычно говорят о диалектике как общефилософской, мировоззренческой основе системного подхода в конкретных науках. Меньше внимания уделяется другой стороне дела – тому, что применение системного подхода в процессе конкретнонаучного исследования того или иного сложноорганизованного объекта неразрывно связано с внедрением диалектики в само содержание познавательного процесса, благодаря чему особенно отчётливо проявляется эвристическая роль её принципов, законов и категорий. <…> В своё время аналитический подход явился метафизическим отрицанием первоначального целостного нерасчленённого восприятия природы. Системный подход есть возвращение к целостным представлениям на новом уровне: диалектически «отрицая» аналитический подход, он вместе с тем включает его в снятом виде. Аналитические способы познания имеют место и при системном подходе, но здесь они играют роль лишь тактического средства, подчинённого стратегической цели – последующему синтезу (сноска в статье: Мамардашвили М.К. Процессы анализа и синтеза. «Вопросы философии», 1958, № 2, – Ю.Е.). Иначе говоря, в противоположность стратегии аналитического подхода,

сводящейся к расчленению сложноорганизованного целого, стратегия системного подхода направлена на получение синтетической картины этого целого. <…> Системный подход позволяет «неразрешимые» трудности, с которыми сталкивается аналитический подход, обратить в их диалектическую противоположность – в информационные каналы, в источники системного познания. Но при этом именно диалектика должна служить той методологической «нитью Ариадны», без которой все попытки исследования сложнейших «лабиринтов» системных связей заведомо обречены на неудачу» [200].

• «Несмотря на большие усилия, до сих пор не существует общепринятой общей теории систем, хотя многие идеи этой теории нашли практическое применение. <…> По сути дела системный подход представляет собой конкретизацию и развитие принципов материалистической диалектики. Через системный подход марксистско-ленинская философия значительно более тесно связана с проблемами развития народного хозяйства, чем через науки «классического» типа, такие, как физика, химия и т.д. <…> Успехи кибернетики и других наук о системах привели к широкому распространению системного подхода к исследованию. В связи с этим иногда возникают вопросы, не вытесняет ли этот подход материалистическую диалектику, не является ли он подменой диалектики? <…> Для такого рода опасений нет никаких оснований» [183, с. 4-7], (автор ссылается на книгу Блауберга и Юдина [68]).

• «В рамках диалектического метода системный подход выступает как средство теоретического осмысления действительности, как своеобразная система научного познания, которая требует: 1) расчленения системы и изучения её частей; 2) анализа связей, существующих между элементами и структурой системы; 3) изучения функционирования системы и её взаимоотношения с внешней средой; 4) изучения изменений в системе и предсказаний её развития. <…> Системный подход составляет ещё одну существенную особенность формирования теоретического знания при изучении развивающихся объектов. Некоторые результаты интенсивной разработки системной проблематики … позволяют утверждать, что *понятие «система» становится исходным понятием теоретического знания»* {201]. (Курсив мой, – Ю.Е.).

• Системный подход – это качественно более высокий, нежели просто предметный способ исследования. Это переход от познания отдельного к общему, от однозначного к многозначному, от абстрактного к конкретному, от одномерного к полимерному, от линейного и нелинейному и т.д. <…> Комплексный, системный подход вызывается и научно-технической революцией, которая породила ряд сложнейших проблем, решение которых требует объединения усилий хозяйственников и политиков, учёных и специалистов, концентрации огромных ресурсов. Речь идёт о таких проблемах, как управление природными ресурсами, их рациональное использование, управление природной средой в целом, частью которой природные ресурсы являются, и многих других» [202].

• « … Понятие «системный подход» употребляется в настоящее время в литературе по крайней мере в двух существенно различных смыслах: во-первых, как общенаучная, междисциплинарная методологическая концепция, не выходящая за рамки специально-научного знания и поэтому не претендующая на философскую общность; во-вторых, как философская методология, что в рамках марксизма означает диалектику или, во всяком случае, одну из её существенных граней, частей и т.д. С учётом этого различения исчезает основной предмет спора между разными интерпретациями (в марксистской литературе) сущности системного подхода и его отношения к диалектике. Действительно, если системный подход трактуется как философская методология, как существенная грань диалектического метода, то тогда вполне естественно, что во многих эпизодах истории философии, прогрессивно развивающейся в направлении создания диалектико-материалистической философии, были реализованы многие аспекты и стороны так понимаемого системного подхода, который практически нашёл своё выражение у Спинозы и Лейбница, у Шеллинга и Гегеля и высшим выражением которого является философия марксизма. Если же,

однако, системный подход характеризуется как определённая междисциплинарная специально-научная методологическая концепция, то его истоки не уходят в глубь веков; он зарождается лишь в начале XIX – начале XX вв., развивается в форме различных разработок в современной науке и технике и относится к системному подходу в первом смысле как специальное методологическое знание к философской методологии. Более того, с учётом этого различения рассмотренные нами интерпретации системного подхода являются не противоположными друг другу, а хорошо согласуются между собой» [203].

• «Умственные построения, концептуальные описания, приводящие к возникновению системы довольно часто мало пригодны для использования в качестве инструмента исследования динамических свойств изучаемого объекта. Именно для снятия этого ограничения и предназначены модели, представляющие собой удобные для исследовательских процедур формализованные представления систем. <…> … Теория систем, системный анализ, системный подход во многом служат обоснованию общей методологии построения систем и моделей объектов сложной природы. <…> В определённом смысле кибернетика может рассматриваться как специальный раздел системных исследований динамических объектов» [204].

• «… Научно-обоснованное описание биосферы возможно лишь в результате совместных усилий многих научных дисциплин. … Для синтеза такой теории нужна общая методологическая основа. В качестве таковой могут служить принципы системного подхода. <…> Пока изучались объекты, структура которых до определённой степени была простой, субъективизм в установлении структуры их моделей не мог существенно повлиять на эффективность последних. Однако по мере усложнения задач исследований и распространения их на механизмы, определяющие динамические свойства природных объектов, и особенно объектов живой природы, относящихся к классу так называемых больших систем, стала ощущаться настоятельная необходимость введения ограничений на степень проявления субъективизма в установлении структуры системы – модели, отражающей свойства этих объектов. … Теория систем во многом служит этой цели. <…> Важный вклад в развитие системного подхода к исследованиям различных объектов внесла кибернетика. В определённом смысле она может рассматриваться как специальный раздел системного подхода к исследованию динамических объектов. Природные объекты и биосфера в целом относятся к этому классу объектов» [205].

• «Наиболее полно сущность системного подхода сформулирована В.Г. Афанасьевым, определившим ряд взаимосвязанных аспектов, которые в совокупности и единстве составляют системный подход в его марксистском понимании:

– системно-элементный, отвечающий на вопрос, из чего (каких компонентов) образована система;
– системно-структурный, раскрывающий внутреннюю организацию системы, способ взаимодействия образующих её компонентов;
– системно-функциональный, показывающий, какие функции выполняет система и образующие её компоненты;
– системно-коммуникационный, раскрывающий взаимосвязь данной системы с другими как по горизонтали, так и по вертикали;
– системно-интегративный, показывающий механизмы, факторы сохранения, совершенствования и развития системы;
– системно-исторический, отвечающий на вопрос, как, каким образом возникла система, какие этапы в своём развитии проходила, каковы её исторические перспективы» [206].

• «Системный взгляд на природу и общество всё настойчивее проникает и в философию. … Но большинство системных отечественных работ системный подход рассматривают как общенаучный, наиболее общие вопросы оставляют за диалектическим материализмом. И здесь системный подход ещё демонстрирует свою эвристичность. Чем сложнее система, тем она консервативнее. Если все основные конкретные науки приняли системный характер, т.е. простые системы изменились, прореагировали раньше, то наиболее сложные из них – философия – всё ещё пребывает в прежнем состоянии» [207].

• «Системный подход – метод исследования какого либо объекта как системы. <…> Прикладное значение С.п. состоит в том, что оно упорядочивает ход размышлений исследователя и тем самым экономит его усилия. <…> Широкое использование С.п. начинается с 70-х годов XX в., когда он окончательно выделяется из общей теории систем в самостоятельное научное направление. С. п. применяется в первую очередь при разработке крупномасштабных программ развития общества, программ по защите окружающей среды, при создании сложных технических систем, систем искусственного интеллекта, при изучении живых организмов, высшей нервой деятельности животных и человека и др.» [208].

• «Системное движение, сформировавшееся … после Второй мировой войны, ставило перед собой амбициозные цели:

– Покончить с узким дисциплинарным подходом к научному познанию, при котором оно превращается в совокупность обособленных, несвязанных друг с другом отдельных областей исследования. Преимущества такого подхода, заключающиеся в глубине и детальности раскрытия специфических закономерностей в узких областях познания мира, превращаются в свою противоположность и оборачиваются потерей целостного взгляда на мир, отсутствием понимания между учёными, невозможность использовать приёмы и методы исследования одних наук в других, неспособностью увидеть перспективу дальнейших исследований и другими негативными факторами.

– Содействовать развертыванию программ по междисциплинарному исследованию комплексных проблем в области науки и практической деятельности. Поддерживать усилия по интеграции научного знания путём создания обобщающих теорий, парадигм и методов исследования, трансляции идей, понятий, принципов и способов познания из более развитых наук в менее развитые.

– Способствовать улучшению научной коммуникации между учёными, в том числе между исследователями, работающими в разных отраслях науки. Для этого необходимо систематически публиковать научные обзоры, реферативные материалы и новые результаты исследований в рамках как национальных объединений учёных, так и различных международных ассоциаций. <…>

В связи с этим системный подход стал рассматриваться в качестве чуть ли не новой, системной философии. Такой подход был закономерным итогом крупных достижений в различных новых отраслях научных исследований непосредственно в период Второй мировой войны и после неё. Именно они послужили мощным толчком для становления системного движения и формирования первых его теорий и методов исследования» [209].

Собрание приведённых выше текстов с 1971 по 1999 гг. отражает «поток сознания» отечественных методологов науки и философов. Среди представленных в нём авторов одна часть принадлежит «философствующим естественникам», а другая – философам в «чистом» виде, имеющим опыт в области социологии, политологии и других стопроцентно гуманитарных наук. Эти авторы были отобраны таким же образом, как и сейчас организуют «голосование» в наших СМИ, не *задавая вопросов* пусть даже случайно встреченным людям (носителям мнения), а дожидаясь, когда эти люди сами подойдут к интервьюеру или позвонят по телефону и будут изливать свою душу. Авторы, включённые в этот список, излагали своё мнение о системном подходе в методологии науки, скорей всего, вследствие потребности в самоотчёте. После формирования «системного движения», открытого Берталанфи, многие советские естественники – биологи, геологи, инженеры-технологи и др. – обнаружили свою реальную причастность к нему. Наверное, каждый из них мог бы сказать, что, мол, и я так же думаю, только не догадался написать статью или книжку на эту тему. Но наши профессиональные философы, особенно представленные в официальных кругах идеологические цензоры, оказались в ситуации выбора, как витязь на распутье: с одной стороны – «безошибочная и единственно верная» доктрина, а с другой – продукт буржуазной зарубежной философии, породивший своего рода моду на свободное изложение своих взглядов без обязательного их украшения дежурными цитатами из бессмертных трудов борцов с идеализмом и поповщиной.

Так, академик математик В.М. Глушков [196], эколог К.А. Куркин [200], кристаллографы и геохимики академик Н.В. Белов и Э.Н. Елисеев [201], кандидат физ.-мат. наук Ю.А. Ростопшин [204, 205], а также один из пионеров

автоматизации исследований прочности летательных аппаратов инженер-конструктор Л.А. Колесников [206], обсуждая роль системного подхода в своей профессиональной деятельности, обошлись в своих текстах без ссылок на классиков диамата. Это хоть и очень небольшая, но знаковая выборка мнений, отражающих взгляды учёных-естественников и инженеров на природные и технические системы. Международный клан работников умственного труда и обладателей умелых рук от Архимеда и Леонардо до Вернадского и Винера (и, как пишут в философских словарях, и др.), находясь в «диалоге с природой», скорей всего всегда выстраивал межпредметную картину мира и конструировал сложные объекты техносферы (Третьей природы [15, с. 404]), не согласовывая свою деятельность с какими-либо философскими трактатами. Невозможно представить себе, какой методологией, опирающейся на закон единства и борьбы противоположностей руководствовался древний представитель рода *Homo*, выплавивший первую бронзу. Одним словом, как в конце жизни сказал Маяковский, – «Мы открывали Маркса каждый том, как в доме собственном мы открывали ставни, но и *без чтения мы разбирались* в том, в каком идти, в каком сражаться стане. Мы *диалектику учили не по Гегелю. Бряцанием боёв она врывалась в стих*…» («Во весь голос. Первое вступление в поэму»; курсив мой, – Ю.Е.). Так что и диалектика во всех её разновидностях постигалась людьми методом проб и ошибок («методом Эдисона» или, как говорят студенты, – «методом тыка»).

Если этот витязь на распутье, столкнувшийся с проблемой выбора мировоззрения, принадлежал не к клану естествоиспытателей и инженеров, а к сообществу людей, которых можно было бы назвать «священнослужителями» в широком смысле слова (официальные идеологи, философствующие социологи и политики и т.п.), то ему пришлось объяснять своим современникам, какое место системный подход занимает в его партийном мировоззрении наряду с марксистской диалектикой.

Так, основная мысль Л.А. Петрушенко [197] сводится к тому, что ОТС и системный подход – это не новое учение, могущее поглотить философию, заняв более высокий ранг в иерархии, так как системный подход сам внутренне диалектичен.

Вот толкование системного подхода, которое можно извлечь из его статьи: *это способ теоретического упрощения сложного объекта исследования, как абстрактно-теоретический «каркас» для конкретно-практического изучения такого объекта, как образ мышления, характерный для данного исследователя.* Одним словом, это – один из приёмов абстрагирования, давно известного людям.

И.Б. Новик истолковывает системный подход как форму концепции атомизма, рассматривая сложный объект или сложное понятие мысленно и(или) экспериментально в соответствии с ниспадающей иерархией. Кроме того, в его тексте появились понятия «системно-структурный подход», «системно-информационный аспект познавательного процесса» (приведена ссылка на работу У.Р. Эшби: «Вопросы философии, 1964, № 3) и «системно-модельный аспект познавательного процесса». Эти словосочетания не содержат в себе ничего нового, кроме отсылки к двум хорошо известным понятиям «структура» и «модель». Первое понятие было обсуждено в разделе 3.2. А «модель» и «моделирование» рассмотрены в содержательном исследовании, предназначенном для широкого круга читателей [210].

Этот автор пишет, что «… сегодня есть основания говорить о моделировании и модельных методах как о некоторой относительно самостоятельной области знаний, сфера приложений которых простирается от теории познания до решения сугубо практических производственных вопросов» [210, с. 3]. И ещё: «По существу только начиная с 40-х гг. (XX века, – Ю.Е.) можно говорить о моделях и моделировании как о сознательно используемом научном методе, применяемом для решения произвольных задач, связанных с объектами произвольной природы» [210, с. 8]. Таким образом, моделирование можно истолковать как метод, приём, средство, «инструмент» реализации системного подхода.

А вот академик В.Г. Афанасьев, философ и общественный деятель (см. [211, с. 42]), в предперестроечные годы, когда партия и государство уделяли «… огромное внимание дальнейшему совершенствованию управления хозяйством, обществом в целом» [202, с.4], высказал неожиданное в то время мнение: «*Теория и методология системного подхода разработаны К. Марксом и Ф. Энгельсом, творчески развиты и обогащены В.И. Лениным.* Вместе с тем за время после Маркса и Ленина системный подход претерпел заметные изменения, обогатился новейшими достижениями науки

и практики. <…> Системный подход, *как грань марксистской диалектики*, – могучее орудие познания и практического руководства социалистическим обществом» [202, с. 5]. (Курсив мой, – Ю.Е.). А марксистская диалектика в его истолковании, – «целостная система логических форм со специфическим набором компонентов, определённой структурой, функциями, взаимосвязями со средой, причём система открытая, развивающаяся» [202, 92]. Что такое «специфический набор компонентов» (каких?), «определённой» (какой?) «структурой» (чего?) и т.д., остаётся в свободном плавании. Смысл этого определения на мой взгляд сводится к тому, что марксистская диалектика есть то, что она собой представляет. Таким образом, если системный подход есть всего лишь «грань марксистской диалектики», то сами выявляйте эту «грань» в «целостной системе логических форм и т.д.».

То, что было обнаружено в результате выборки и сопоставления толкований словосочетания «системный подход», заслуживает названия *терминологического конфликта* (< лат. conflictus столкновение). Известны две формы разрешения любого конфликта – компромисс (лат. compromissum соглашение, достигнутое путём взаимных уступок) и консенсус (< лат. consensus единодушное согласие).

Прежде, чем подводить итоги практики использования словосочетания «системный подход» (это компромисс или консенсус?), есть смысл предпринять некий экскурс в область лингвистической философии (существует и такая философия), не погружаясь в неё слишком глубоко. Вот что там можно найти:

«… Представители лингвистической философии … объясняли причину философских заблуждений, которую они находили не в сознательной эксплоатации неточностей и двусмысленных форм выражения, а в самой «логике» языка, его «глубинной грамматике», порождающей парадоксальные предложения и всевозможные лингвистические «ловушки» (А.Ф. Грязнов и В.С. Швырёв [214, с. 288]). «… Лингвистическая философия отрицает мировоззренческий характер философии и считает традиционные философские проблемы псевдопроблемами, возникающими в силу дезориентирующего влияния языка на мышление. С конца 1940-х гг. большое влияние приобретают представители так называемой оксфордской школы. <…> Они подчёркивают разнообразие языковых явлений, способов употребления языковых выражений, выступая против всяких тенденций к унификации языка» [211, с. 314].

То есть, терминологические конфликты подчас возникают не только из-за того, что люди вкладывают в одинаково произносимые слова, выполняющие роль терминов, разный смысл. Дело в том, что наука продолжает развиваться: рождаются новые направления, продолжается процесс дифференциации науки и связанное с ней появление локальных, специфических языков со своими терминами.

«Каждая из таких вновь созданных дисциплин замыкается в рамках вновь создаваемого языка» [4, с. 134]. Особенные терминологические трудности возникают при интеграции наук. Появление ОТС и системного подхода (а это учение является примером «надпредметной» науки) обнажило сложность реализации системного подхода к системам разного происхождения в связи с «нестыковкой» смысла их терминов.

Любым практическим видам деятельности, связанным только с телодвижениями организма (назовём это ремеслом в широком смысле слова) можно научиться «вприглядку», наблюдая за работой человека, который имеет профессиональный опыт. При этом абсолютно неважно, какими словами мастер обозначает объекты, предметы, инструменты, операции и др., относящиеся к его работе. Разумеется, в рамках каждого вида практики, будь это земледелие, строительство, кузнечное дело или даже живопись и ваяние, – возникает своя терминология, профессиональный словарь. Со временем этот лексикон может расширяться, если появляются новые материалы и новые технологические приёмы, но самые коренные понятия ремесла (например, сев, урожай, закалка, плавление, портрет и т.п.) не испытывают необходимости переосмысления.

Но цели и средства функционирования науки, если рассматривать её как социокультурный феномен, исторически излагались, демонстрировались и преподавались с помощью особого языка, а не жестикуляционно. Научная мыследеятельность учёного и инженера направлена на *объяснение* событий, фактов, явлений, с которыми сталкивается человек, на формирование *понимания* этого *объяснения*, а не зазубривания формулировок, и – в идеале – на *предсказание* всех событий, изменений, состояний и др., могущих произойти с каждым изучаемым объектом. Эта мыследеятельность представлена в каждом из

трёх миров Поппера [93] (см. седьмую главу). Но именно в третьем мире, где «живут» *теоретические системы*, *проблемы* и *проблемные ситуации*, *дискуссии* и *критические споры*, возникает необходимость объяснять не только феномены первого мира, но и сам словесный объяснительный аппарат, т.е. смыслы научной терминологии. Термины, хоть и не телесные объекты, но тоже «живут» – рождаются, эволюционируют, некоторые уходят в «мир иной» (как, например, теплород, флогистон или тектология, как понятие, не получившее распространения), а некоторые, образно говоря, бронзовеют, попадая в списки упорядоченной научной номенклатуры. В истории науки представлены разные жанры жизнеописания терминов, теорий и концепций – от объективного изложения эволюции тех или иных понятий, как, например, в классической механике, и до драматических и трагикомических сцен нашего недавнего прошлого, связанных с генетикой, кибернетикой, теорией резонанса в химии и т.п. (см. [61-64; 212, 213]).

Так называемые *точные* науки, излагаемые на языке математики и математической логики, исторически пришли к аксиоматизированному способу формулирования своих законов и принципов. Таковы, например, все разновидности механики: классическая, теоретическая, аналитическая, статистическая, квантовая. Классическая термодинамика также выстроена на фундаменте трёх основных законов. Что касается химической терминологии, то и она после породнения с физикой (физическая химия и химическая физика) проявила склонность к консерватизму.*

Когда возникла необходимость понимать поведение (функции) сложных систем, следствием чего и родилась ОТС Берталанфи, появились не менее сложные лингвистические проблемы. Так, например, один из первых участников обсуждения ОТС на кейсовском симпозиуме [154] известный специалист по электротехнике и автоматике Лотфи Заде в докладе «Понятие состояния в теории систем» изложил историю введения этого термина и уточнения его смысла. Он заметил, что в физических науках «… раньше, да и сейчас понятие состояния системы определяли эвристически как некоторое число из множества чисел, содержащих в совокупности всю информацию о предыстории системы, существенную для определения её поведения в будущем» [154, с. 49]. Упомянув вклад в уточнение формулировки этого понятия таких учёных, как Пуанкаре, Биркгоф, Марков, Немыцкий и Понтрягин, он подчеркнул, что возрастающая сложность и разнообразие систем, с которыми сталкивается современность, «… привели к необходимости более общей формулировки понятия состояния, формулировки, пригодность которой не была бы ограничена системой какого-то конкретного физического или математического вида. <…> Определить понятие состояния так, чтобы оно подходило для всех систем, это трудная, а возможно даже и невыполнимая задача».

Этот доклад был сделан в 1963 г. Через десять лет Заде публикует статью «Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений» [215], в которой он обсуждает последствия расширения сферы количественных методов анализа, применяемых в исследовании … экономических, урбанистических, социальных, биологических и других систем, в которых основную роль играет поведение, напоминающее поведение живых существ».

Далее автор сравнивает методы изучения *гуманистических* систем, т.е. систем, в которых участвует человек, и *механистических* систем, управляемых законами механики, термодинамики и электромагнетизма. (Наверное, правильнее было бы говорить – *гуманитарных* систем, но это может быть связано, скорей всего, не с авторским языком, а с участием переводчика. Если Лотфи Заде так обозначил системы, в которых участвует человек, то всё, относящееся к человеку, его культуре, правам, личности и интересам, следует называть *гуманитарным*: гуманитарные науки, гуманитарное право и пр. [7]). История науки и техники показала, что на основе методов наук, обслуживающих механистические системы, были раскрыты многие тайны природы, началось её преобразование и развитие техносферы [15, с. 404]. « Но эти же успехи вселили … убеждение в том, что теми же методами … можно сравнительно эффективно исследовать и гуманитарные системы. <…> По глубоко укоренившейся традиции научного мышления понимание явления отождествляют с возможностью его количественного анализа. <…> По своей сути обычные количественные методы анализа систем непригодны для гуманистических систем и вообще любых систем, сравнимых по сложности с гуманитарными».

Лотфи Заде упоминает здесь проявление *принципа несовместимости*. Его суть он формулирует так: «… Чем сложнее система, тем менее мы способны дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения о её поведении. Для систем, сложность которых превосходит некоторый пороговый уровень, точность и практический смысл становятся почти исключающими друг друга характеристиками. Следствие из этого принципа … можно выразить так: чем глубже мы анализируем реальную задачу, тем неопределённее становится её решение».

Далее он высказывает допущение, что « … элементами мышления человека являются не числа, а элементы некоторых нечётких множеств или классов объектов, для которых переход от «принадлежности к классу» к «непринадлежности» не скачкообразен, а непрерывен» (и снова возникает повод ещё раз вспомнить вопрос Козьмы Пруткова, приведённый в разделе 7.1: где начало того конца, которым оканчивается начало?). Поэтому Заде предложил отказаться от обязательного принятия методов количественной аналитики систем, замещая или дополняя числовые переменные так называемыми «лингвистическими» переменными. Обсуждая в связи с этим *отношения между переменными* (см., напр., главу 3.2), он предлагает простые отношения описывать с помощью нечётких высказываний, а сложные – посредством нечётких алгоритмов.

«Нечёткими высказываниями называются предложения вида «из А следует В», в которых А и В имеют нечёткий смысл, например, «из того, что *x* мало́, следует, что *y* велико́», где понятия «мало» и «велико» рассматриваются как элементы нечётко определённых множеств. Нечёткий алгоритм представляет собой упорядоченную последовательность инструкций, среди которых могут быть нечёткие инструкции вида «сделать *x очень большим*» или «если *x* мало́, то *y* должно быть велико́» <…> Данный подход даёт приближённые, но в то же время эффективные способы описания поведения систем, настолько сложных и плохо определённых, что они не поддаются точному математическому анализу. Основные положения развиваемого подхода относятся к областям экономики, управления производством, создания «думающих» машин, психологии, лингвистики, обработки информации, медицины, биологии и другим областям, в которых основную роль играет поведение, характерное для живых существ» [215].

* * *

После несколько затянувшегося, хоть и неглубокого экскурса в лингвистическую философию и практику применения лингвистических переменных есть повод вернуться к обсуждению «биографии» словосочетания *системный подход* по аналогии с историей использования и толкования терминообразующего слова *статистика* (см. выборку В.В. Налимова [4, с. 272]).

Лучше начать со статистики. В коллекции определений, приведённых Налимовым, начиная с 1749 г. можно проследить за возникновением и эволюцией (расширением, переосмыслением, сферой использования и др.) этого понятия. Этим словом вначале называли науку об управлении отдельным государством (государствоведение), научно-упорядоченное представление о современном политическом положении государства, нахождение и сведе́ние вместе тех фактов, которые пригодны для иллюстрации положения и перспектив общества и т.д. Как написано в Британской энциклопедии (Encyclopedia Britannica, 7th ed.), слово «статистика» происходит от слова «государство» (State или Staat) и означает группу людей, живущих в общественном союзе; оно включает все характеристики их состояния (1842 г.).

И только во второй половине 19-го века (1863, 1864 гг.) в определении этого понятия начинает встречаться упоминание числа: статистика стремится найти характерные черты человеческих обществ на основе систематических массовых наблюдений и *подсчётов* однородных явлений; или: статистика – логический анализ и анализ фактов, перечисленных с определённой целью, и сопровождающийся *небольшим количеством вычислений*; и ещё: статистика должна систематически проводить массовые наблюдения и *результаты излагать в цифрах* так, чтобы это соответствовало целям тех наук и официальных *организаций*, которые пользуются статистическими методами.

Таким образом, спустя сто с небольшим лет, при определении статистики стали упоминать о *подсчётах*, *вычислениях*, *науках* и *организациях* в более широком смысле слова, не сводя её роль к обслуживанию государствоведения. А уже в 80-х годах появилось лаконичное и более общее её определение: это

количественный отчёт о наблюдаемых факторах или взаимосвязях в любой области науки (1880, 1881).

В начале 20-го века склонность к лаконичным определениям, типичная для точных наук, породила следующие формулировки: статистика – наука о больших числах и средних (1903 г.). И ещё: это система числовых наблюдений вообще (1928 г.).

В XX веке была разработана аксиоматическая теория вероятностей, изложенная в трудах С.Н. Бернштейна и А.Н. Колмогорова [216, 217]. В эти же годы английский логик и экономист Дж. М. Кейнс выдвинул так называемую субъективную теорию вероятностей, где вероятность была представлена как «степень рациональной убеждённости в истинности суждений», а немецкий математик Р. фон Мизес в своём труде «Вероятность, статистика и определённость», опубликованном в Вене в 1936 г., связывал вероятность явлений с эмпирической частотой их возникновения. Итак, усилиями профессиональных логиков, математиков и экономистов два терминообразующих слова – вероятность и статистика, – соединившись в одной строке и вставши на аксиоматический базис, стали основой развития ряда направлений точных (математизированных) фундаментальных и прикладных наук. (Здесь достаточно упомянуть Гиббса, Больцмана и всех создателей новой физики, начиная с Резерфорда и Бора).

Итак, математическая статистика, опирающаяся на теорию вероятностей, стала самостоятельной наукой. Советский экономист и статистик академик В.С. Немчинов (в предисловии к книге Дж.Э. Юл и М. Дж. Кендалл. Теория статистики, 1960) писал, что она «… не является общественной наукой, не есть часть социально-экономической статистики, а составляет одну из отраслей прикладной математики. Все отрасли математики сходны по совершенно абстрактному («математическому») характеру своих научных положений, специфика же каждой отрасли её отражает специфику объективных свойств и черт определённой сферы явлений действительности. Специфическая задача математической статистики – получить *сводные абстрактно-количественные характеристики массовой совокупности при отвлечении от реального содержания явления*. Поэтому при определённых условиях категории и методы математической статистики применимы к исследованию массовых совокупностей *и в области природы* – главным образом *и в области общественной жизни* – однако в гораздо меньшей степени». (Цит. по 4 с. 289]. (Курсив мой, – Ю.Е.).

Казалось бы, математическая статистика, выступая в настоящее время в роли универсального инструмента эмпирических методов познания объектов и процессов, безотносительно к их происхождению, должна освободиться от политологического окраса своей терминологии и языка. Тем не менее, в середине прошлого столетия ещё можно было встретить, например, такие определения:

«Предметом статистики является исследование общественных массовых явлений на теоретической основе исторического материализма и марксистско-ленинской политической экономии таким образом, что качество этих явлений измеряется количественно. Статистика исследует все области общественной жизни на основе марксизма-ленинизма, причём овладевает задачами большого объёма, которые прямо или косвенно связаны с планированием народного хозяйства, и ставит перед собой соответствующие основные задачи, исходя из законов, постановлений и требований партии и правительства. Маркс и Энгельс стали, таким образом, основателями пролетарской статистики, возникшей наряду с *буржуазной статистикой* и положившей начало принципиально новой *социалистической статистике* (курсив мой, – Ю.Е.); она есть сегодня во всех капиталистических странах, где коммунистические и рабочие партии возглавляют борьбу рабочего класса против своих эксплуататоров. Данные пролетарской статистики применяются для ведения этой борьбы и укрепления международного движения за мир путём разоблачения махинаций империалистов» (см. [4, с. 290]).

«Теоретической основой статистики являются *исторический материализм и марксистско-ленинская политическая экономия*. Статистика основывается на положениях *марксистского диалектического метода* о многообразии типов и закономерностей, о взаимодействии явлений о взаимообусловленности качественных и количественных сторон изучаемых явлений, об их развитии. <…> Помимо статистики как общественной науки, существуют и получают всё большее развитие такие отрасли научного знания, как статистическая физика (статистическая механика) и др. Эти отрасли знания по характеру своего

предмета и применяемым методам *отличаются от статистики как общественной науки и не могут рассматриваться как отрасли этой последней*. В области … естественных наук широкое применение находит математическая статистика, являющаяся частью математики. Связь между статистикой как общественной наукой и науками, изучающими природу, выражается в том, что статистика, исследуя общественные явления, изучает вместе с тем их взаимосвязь с явлениями природы, с другой стороны, при исследовании явлений природы *естественные науки применяют некоторые приёмы статистики* (? – Ю.Е.). *Статистика – наука классовая, партийная.* Советская статистика служит интересам народа. <…> Статистика в капиталистических странах представляет собой орудие упрочения господства буржуазии. Она обслуживает интересы эксплуататорских классов» [218]. (Курсив мой, – Ю.Е.).

Складывается впечатление, что в советской философской и методологической литературе в доперестроечную эпоху статистика как приём или метод познания (иногда её называли наукой) была «прописана» по двум адресам. С одной стороны, она обслуживала гуманитарные системы, а с другой – механистические. Естественные науки, связанные своим рождением с механистическими системами, используя математику как «язык», породили математическую статистику. Эта статистика моложе «государствоведения», но, опираясь на учение о случайных событиях (теорию вероятности), тоже излагаемое с помощью математики, в настоящее время обеспечивает не только все без исключения науки, относящиеся к механистическим системам, но всё чаще и удачнее проникает в гуманитарную сферу. Прогресс естественных наук во многом, если не во всём, обязан математике. А науки, обслуживающие гуманитарные системы, несколько менее вооружены ею. Но это связано не с тем, что учёные-гуманитарии, как правило, хуже знают математику, а с тем, что гуманитарная сфера (экономика, социология, политика, психология и пр.) менее консервативна, чем природная. Например, излагая механику или термодинамику, постепенно развёртывая их аксиомы, вряд ил кто-нибудь станет предполагать, что в законе действующих масс со временем будут обнаружены некие особенности, возрастание и развитие которых потребует пересмотра этого закона (дескать, в молекулярной сфере произошла революция как следствие классовой борьбы). Ведь любые процессы, изучаемые молекулярной физикой, химической термодинамикой, биофизикой и биохимией, находятся в сфере его действия.

А в гуманитарных системах судьба, казалось бы, уже «твёрдо установленных» тенденций существования и развития общественных отношений по большому счёту непредсказуема, хотя в марксистко-ленинском учении, которое в доперестроечную эпоху называли «научным коммунизмом», была принята практически в форме аксиомы идея неизбежности экстраполяции. После построения социализма (путь даже в отдельной стране) на следующей стадии социального прогресса будет достигнута и реализована давняя мечта человечества – коммунизм. Был даже провозглашён срок (1980 г.) наступления этой фазы общественного устройства, когда общая сумма способностей каждого поколения будет находиться в полном созвучии с общей суммой его потребностей.

«Привести в гармонию с этим созвучием неравенство между способностями и желаниями единиц должно составлять задачу общества. Природа дала обществу средства для этого, но применение их предоставила самому обществу» [219]. Идея достижения гармонии между способностями и потребностями каждого члена социума принадлежит Вильгельму Вейтлингу (1808-1871), представителю немецкого утопического коммунизма, вышеупомянутый труд которого был издан в 1842 г. (а брошюра «Человечество, как оно есть и каким оно должно было бы быть» в 1838 г.). Маркс высоко ценил его работы, *вышедшие на десять лет раньше знаменитого «Манифеста коммунистической партии»* (1848 г., за несколько недель до Февральской революции во Франции). Таким образом, в СССР к 1980-му году было запланировало достижение коммунистического идеала: от каждого – по способности, каждому – по потребности. Но удалось достичь только несколько иной ситуации: от каждого – по способности, а каждому – по возможности. И вновь наступивший исторический этап назвали «развитым социализмом». Как выразился некий персонаж рассказа Михаила Зощенко: «А желание было горячее. Только вот обстоятельства помешали».

Применение статистики на практике не должно сводиться к выстраиванию политизированной фразеологии («пролетарская статистика», «на основе марксизма-ленинизма» и

др.). Суть статистики состоит в использовании *статистических законов*, которые формулировались людьми для того, чтобы ориентироваться в потоке, хаосе непредсказуемых и неожиданных фактах, событиях, процессах и т.д. «Ориентироваться» (в идеальном понимании этого слова) – значит уметь объяснять причины тех или иных феноменов и предугадывать их появление. При этом объяснение считается состоявшимся, если оно приводит к пониманию, приемлемому в логическом, прагматическом, нравственном, религиозном и каком-либо другом отношении (см., напр., [29] и [10, с. 115].

Но одно дело – «успокоение ума» или «удовлетворение любопытства», а другое – умение предсказать наступление предстоящих явлений и событий, как в единичном воплощении, так и виде процессов, протекающих во времени, т.е. осуществлять экстраполяцию. В естественных механических системах такого рода прогнозы составляют суть научного описания. Тем не менее, чем сложнее изучаемый объект, тем более рискованным становится предсказание его будущего состояния. Это всем хорошо известные прогнозы погоды, когда говорят, что самый безошибочный прогноз относится ко вчерашнему дню. А в гуманитарной сфере, объекте изучения социологами, политологами, экономистами и другими знатоками интересов человечества, подобная экстраполяция не всегда удачна и может явиться следствием нарушения норм научности, «… ибо дело науки – изучать то, «*что есть*», а утверждать то, «*что должно быть*», не входит в компетенцию науки, это дело политики и культуры, поскольку связано с утверждением нравственных ценностей, которые не поддаются обоснованию научными методами. Но в том, как ставили этот вопрос многие социологи и экономисты времён перестройки и реформы, наблюдается нарушение норм не только научности, но и вообще рациональности и даже обыденного здравого смысла» [222, с. 253].

Я бы не хотел, чтобы предпринятое мною дилетантское прослеживание понятия «статистика» (чтобы затем по аналогии повторить это по отношению к понятию «системный подход») было воспринято как повод для уничижительной характеристики коммунизма в стиле нынешних телевизионных хохмачей. Я разделяю взгляды А.А.Зиновьева, которого уже цитировал во второй главе. Вот его мнение по обсуждаемому вопросу (прошу запастись внимательным терпением: цитата большая).

«Слово «коммунизм» употреблялось и употребляется во многих значениях. Я в своё время насчитал более сотни различных употреблений. Выбирать какое-то из них в качестве правильного – занятие бессмысленное и бесперспективное, ибо на этот счёт никаких принудительных правил нет. К тому же во всех употреблениях этого слова, которые я рассмотрел, логические правила введения научных понятий не соблюдаются. Не соблюдаются они и в марксистской литературе. Это наносило значительный ущерб репутации марксизма. Знаменитое марксистское определение «полного» коммунизма через распределение «по потребности» стало предметом насмешек в самых широких кругах людей. <…> Я различил коммунизм идеологический (коммунистический идеал) и коммунизм реальный, т.е. тот социальный строй (или тип социальной организации человеческих объединений), который получается на самом деле при попытке воплотить идеал в жизнь, причём получается в силу объективных социальных законов, не зависящих от сознания и воли людей.

В рамках идеологического коммунизма я различил немарксистский и марксистский идеалы. В первом случае имелся в виду идеал социального строя, при котором ликвидируются частная собственность на средства производства, частное предпринимательство и скопление больших богатств в частном владении. Во втором случае – то специфическое, что внёс марксизм. Это специфически марксистское привнесение было чётко определено классиками марксизма и общепризнано в советской идеологии. Сюда входят доведение классовой борьбы до диктатуры пролетариата, отмирание государства и денег, различения социализма как низшей стадии коммунизма и полного коммунизма и т.д. Я установил для себя, что коммунистический идеал в первом смысле сполна реализовался в Советском Союзе в результате Октябрьской революции 1917 года, тогда как марксистский идеал не реализовался и, как я установил, в принципе не мог реализоваться в силу объективных социальных законов, которые, кстати сказать, не были известны марксистам (и прочим специалистам в сфере социальных исследований не известны до сих пор).

Сложившийся в СССР социальный строй я стал называть реальным коммунизмом. Для

тех, кто считал его неправильным или ненастоящим коммунизмом, я делал оговорку: кому это название не нравится, можно удовольствоваться термином «советский социальный строй» или, короче, «советизм». Я считал и считаю до сих пор советизм наиболее полным (можно сказать – классическим) воплощением коммунистического идеала в первом смысле. <…> В этом отношении наша страна стала величайшим новатором социального прогресса человечества. Советский *коммунистический эксперимент* (курсив мой, – Ю.Е.) является непревзойдённым в истории по масштабам, достижениям и влиянию на ход социальной эволюции человечества. И тот факт, что советский коммунизм был разгромлен, не снижает его исторической значительности. Более того, чем дальше он удаляется в прошлое, тем отчётливее проявляются и вырастают его масштабы. <…> Он был убит в самом начале своего пути, разрушен искусственно, а не изжил себя, как утверждают его враги, разрушители и мародёры» [220].

Два неглубоких погружения в историю появления понятий «статистика» и «системный подход» выявили хронический конфликт между словосочетаниями, которые, с одной стороны, используются в науке и, с другой, – в идеологии. И в этом случае я ещё раз решил прибегнуть к мнению Зиновьева (запаситесь терпением):

«Коммунистическая идеология претендует на то, чтобы считаться наукой, опираться на науку, обобщать данные науки, освещать путь науке. Насчёт освещения пути науки проблем нет, ибо идеология есть элемент руководства обществом. А что касается остальных претензий, то они объясняются историческими условиями возникновения марксистской идеологии и её первичной формой, духом нашего времени, ролью науки и техники в наше время, высокой образованностью населения, всем стилем жизни общества. Кроме того, руководство обществом правит здесь не от имени Бога (что устарело), а от имени законов природы и общества (что весьма удобно). Но всё же марксистская идеология не есть наука.

Наука и идеология суть качественно различные явления. Наука предполагает осмысленность, точность и однозначность терминологии. Идеология предполагает бессмысленные, расплывчатые и многосмысленные языковые образования. <…> Предложения идеологии нельзя опровергнуть и подтвердить, ибо они бессмысленны. Выражение «научная идеология» обозначает такую идеологию, которая сосёт соки науки и маскируется под неё. … У неё совсем другие источники и другие цели, нежели познание действительности. <…>

Я не вижу надобности здесь анализировать понятия и утверждения марксизма с точки зрения критериев, применяемых к понятиям и утверждениям науки. На этот счёт существует огромная литература. <…> Но такая критика нисколько не колеблет марксизм, как не колеблет его неверие людей (и даже руководителей) в обещанный земной рай коммунизма. Идеологию невозможно опровергнуть. Её можно только ослабить или укрепить, ослабив или укрепив её влияние на людей» [221].

Таким образом, противостояние науки, вооружённой исторически выстраданными методами познания, объяснения и предсказания, и идеологии, которая, разумеется, старше науки, продолжается и по сей день, – если и не в «самых последних публикациях», на основе которых сейчас требуют создавать учебные тексты (учебники, пособия, тесты и пр.) наши современные «педагогические дирижёры», то в сознании и динамическом стереотипе (см., напр. [7]) большинства современников.

Так, уже в начале нового тысячелетия Сергей Георгиевич Кара-Мурза, наш известный политолог (но «происхождение» у него естественнонаучное – он доктор химических наук; ещё прошу не путать его с двумя его однофамильцами), обсуждал проявления «порчи сознания», которых «… множество, ежедневно мы наблюдаем всё новые и новые конкретные случаи, иногда столь красноречивые, что всё написанное об этом раньше бледнеет. <…> Прежде всего, существует хорошо нам знакомый вид деформации сознания, который обозначается малоизвестным словом *гипостазирование*. В словаре читаем: «*Гипостазирование* (греч. hypostasis сущность, субстанция) – присущее идеализму приписывание абстрактным понятиям самостоятельного существования. В другом смысле – возведение в ранг самостоятельно существующего объекта (субстанции) того, что в действительности является лишь свойством, отношением чего-либо». Во время перестройки и реформы склонность интеллигенции к гипостазированию проявилась в гипертрофированном виде. Когда пробегаешь в уме историю перестройки, поражает эта склонность изобретать абстрактные, туманные термины, а затем соз-

давать в воображении образ некоего явления и уже его считать реальностью и даже порой чем-то жизненно важным. <…> Образы эти не опираются на хорошо разработанные понятия, а обозначаются словом, которое приобретает магическую силу. Будучи на деле бессодержательными, такие слова как будто обладают большой объяснительной способностью. <…> Как о чём-то реально существующем и однозначно понимаемом спорили, что собой представляет советский строй – мобилизационный социализм? казарменный социализм? феодальный социализм? Сказал «*казарменный социализм*» – и вроде всё понятно. Вот как трактует природу «реального социализма» профессор МГУ А.В. Бузгалин: «В сжатом виде суть прежней системы может быть выражена категорией «мутантного социализма» (под ним понимается тупиковый в историческом смысле слова вариант общественной системы…)». (Бузгалин А.В. Будущее коммунизма. М. Олма-Пресс, 1996. С. 67).

Мы видим здесь претензию на создание целой теоретической категории, оправдывающей гибель советского строя. Но ведь взятая А.В. Бузгалиным из биологии ругательная метафора мутации бессодержательна и ничего не объясняет. Мутация есть изменение в генетическом аппарате организма под воздействием факторов внешней среды. Если это изменение наследуется и благоприятствует выживанию потомства, то такая мутация оказывается важным механизмом эволюции. Если, как это делает А.В. Бузгалин, уподоблять общественный строй биологическому виду, то социальное жизнеустройство *любой* страны оказывается «мутантным» и иным быть не может. <…> И эту глубокомысленную, но бесплодную и ошибочную метафору профессор МГУ таскает из публикации в публикацию уже пятнадцать лет. В его сознании расплывчатое понятие, никогда даже чётко не изложенный образ «правильного социализма» превратились в реальную сущность. Тяжело видеть» [222].

* * *

Философские и методологические термины и *понятия* далеко не всегда бывают *понятны*: они возникают (вводятся) «живут» и накапливают разночтения. После «экскурсов», «погружений» и «консультаций» у философствующих современников эпохи перестройки возникает повод рассмотреть это явление на примере понятий *статистика* и *диалектика*, чтобы найти место в научном словаре для понятия *системный подход*.

1. Слово *статистика* изначально толковалось как *государствоведение*. На основе математически излагаемой *теории вероятностей* оно породило название одного из разделов математики – *математическая статистика*. Со временем были сформулированы *статистические законы* (законы средних величин), регулирующие массовые явления, и на этой основе в науку о природе вошла *статистическая физика* (статистическая механика, физическая статистика). Обращение к статистическим законам, например, при организации наблюдений и проверке гипотез, включает две особенности:

«В социальной сфере о «законах» говорится с небольшой степенью вероятности, так как они выводятся из недостаточного количества данных. Иначе обстоит дело в сфере естественных наук, где зачастую можно проводить любое число одинаковых экспериментов. Степень истины тем больше, чем больше количество наблюдаемых отдельных случаев, принадлежащих к массовым явлениям» [223].

2. Области применения статистики в гуманитарной сфере со временем обобщились. Сфера экономики, демографии, педагогики, даже лингвистики и социальной стратификации, изучающей разделение общества на страты (группы людей, выделяемых по какому-либо общему признаку – имущественному, профессиональному, уровню образования и пр.), в настоящее время широко обслуживается статистическими методами сбора информации (наблюдения, опросы, публикации и пр.). При этом именно в гуманитарной сфере организация и выполнение этого сбора, в отличие от подобной деятельности в области естественных наук, всегда находились и находятся по сей день под влиянием мировоззрения и интересов самих исполнителей сбора. Невозможно себе представить умонастроение экспериментатора или наблюдателя естественных процессов (природных, «механистических» – по Заде), изначально загруженное категориями материалистической диалектики или, тем более, марксизма-ленинизма. Это не касается, конечно, мирового научного сообщества и отечественных учёных масштаба Менделеева и Вернадского, которые в этом и не нуждались, но и в советские годы (и тем более, сейчас) вряд ли каждый естествоиспытатель, прежде чем начинать исследование,

обязательно справится о руководящих идеях диамата у Энгельса и Ленина.

Советские философы нередко объясняли выдающиеся достижения зарубежных («буржуазных») учёных, например, следующим образом: «Хотя Эйнштейн нигде не касался вопросов теории диалектики, изучение его работ говорит о том, что его нельзя отнести к числу метафизически (антидиалектически) мыслящих учёных» [224]. Из его взглядов и высказываний следует вывод «… о глубокой диалектической интуиции» [224]. « … К Эйнштейну с полным основанием можно отнести замечание Ф. Энгельса, который писал, что люди мыслили диалектически задолго до того, как узнали, что такое диалектика, точно так же, как они говорили прозой задолго до того, как появилось слово «проза» [224]. Выходит, что Эйнштейн произвёл свой великий вклад в науку, будучи «стихийным диалектиком», а его «… теорию относительности по праву можно считать одним из наиболее значительных естественнонаучных открытий, *подтверждающих диалектический материализм*» [224].

То есть он не обращался к трудам классиков этого метода, опираясь только на свою интуицию, потому что «… враждебное отношение буржуазных правительств к марксизму не давало возможности многим естествоиспытателям, в том числе и Эйнштейну, обратиться к диалектическому материализму, который, как показал В.И. Ленин, *мог бы помочь успешно разрешить все трудные проблемы, связанные с новой физикой.* Поэтому-то Эйнштейн вынужден был искать ответ на поставленные наукой вопросы в доступных ему философских системах» [224]. Или, как догадался знаковый советский философ того времени М.Э. Омельяновский, « … сладить с философским вопросом об относительности научной истины можно *было только с позиций диалектического материализма*. Создавая теорию относительности, Эйнштейн применил законы диалектики в вопросах познания физического мира *лишь бессознательно*; от марксистской философии он субъективно был далёк» [225]. (Курсив мой, – Ю.Е.).

3. Что же касается учёных, работающих в гуманитарной сфере (в данном случае я имею в виду тех, кто высказывался о статистике), то они всегда были основательно знакомы с концепциями диамата и истмата. И когда социологическая экстраполяция, выстроенная на марксистско-ленинской концепции, должна была к 1980-му году подтвердить это «единственно верное учение», то многие его адепты, убедившись в неудаче, перестали цитировать классиков этого учения. А на создание нового учения не хватило духу.

В этом отношении представляет интерес статья двух современных психологов (Мерим Билалич, Австрия и Питер Маклеод, Великобритания), посвящённая изучению «эффекта Лачинса». Если говорить вкратце, то этим эффектом называют склонность мозга концентрироваться на наиболее знакомом пути решения, упрямо избегая альтернативных вариантов, несмотря на то, что они могут оказаться более подходящими и удачными. Эти авторы пишут, что эффект Лачинса «… лежит в основе многих когнитивных искажений. <…> Френсис Бекон в 1620 г. в своей книге «Новый органон» очень выразительно писал об одном из наиболее распространённых когнитивных искажений: «Разум человека всё привлекает для поддержки и согласия с тем, что он однажды принял <…>, потому ли, что это предмет общей веры или потому, что это ему нравится. Каковы бы ни были сила и число фактов, свидетельствующих о противном, разум или не замечает их, или пренебрегает ими, или отводит и отвергает их <…>. Люди <…> отмечают то событие, которое исполнилось, и без внимания приходят мимо того, которое обмануло, хотя последнее бывает гораздо чаще. Ещё глубже проникает это зло в философию и науки. В них то, что раз признано, заражает и подчиняет себе остальное, хотя бы последнее было значительно лучше и твёрже». В 1960-х гг. английский психолог Питер Уэйсон (Peter Wason) назвал такой тип искажений «предвзятость подтверждения». В контролируемых экспериментах он показал, что даже если люди намерены объективно проверить правильность теории, они склонны находить подтверждения собственной правоте и не замечать того, что этому противоречит» [226].

Это, как старом анекдоте, когда поп и студент спорят по поводу существования чуда. Поп приводит пример чуда, когда с высокой колокольни упал человек, но выжил. Студент назвал это *случайностью*. Повторение этого события он назвал *совпадением*, а в третий раз этот эффект был истолкован уже как *привычка*. Поэтому не исключено, что после подобной «лингвистической аргументации» иной поп мог бы стать атеистом.

4. Затянувшийся лингвистический конфликт между словосочетаниями, принятыми в естественных науках и философских текстах, обслуживающих идеологию, скорей всего начал разрешаться не полным разведением сфер понятий, дескать, «богу – богово, а кесарю – кесарево», а на основе взвешенного компромисса. Поэтому есть повод вернуться к проблеме выбора, решаемого витязем на распутье.

Прежде всего следует рассмотреть основной «лингвистический арсенал», который использовался авторами с несовпадающим мировоззрением при истолковании понятия «системный подход». Вот эти слова, словосочетания и термины: *диалектика* с различной атрибутикой: марксистская, гегелевская и пр.; *диалектический материализм*, *методология науки*, *общая теория систем* (ОТС), *системный подход*. По времени прихода этих слов в лексикон философии и науки понятие диалектики – самое первоначальное: [гр. dialektikē (technē) (искусство) вести беседу, спор] – 1) метод познания действительности в её противоречивости, целостности и развитии; 2) процесс развития чего-л. во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости; 3) первоначально – искусство вести спор» [7]. Остальные понятия уже обсуждались выше.

Может быть, начиная с Зенона, которого Аристотель называл «создателем диалектики», этот философский термин прошёл долгий путь использования и переосмыслений.

«Первую в истории философии развёрнутую систему диалектики создал Г.В.Ф. Гегель. <…> В марксизме были развиты многие мотивы гегелевской диалектики. В то же время указывался основной недостаток гегелевской диалектики: идеализм. «У Гегеля диалектика стоит на голове. Надо поставить её на ноги, чтобы вскрыть под мистической оболочкой рациональное зерно» (К. Маркс и Ф. Энгельс). <…> Ленин отмечает: «Если Маркс не оставил «Логики» (с большой буквы), то он оставил логику «Капитала». Именно в этой связи Ленин говорит о своей знаменитой теории единства логики, диалектики и теории познания. Метод, теория познания и диалектическая логика являются сторонами одного и того же единства – диалектики. <…> Знакомство с современной философией выявляет наличие как диалектической культуры мышления, так и существование в ней достаточно жёсткой оппозиции диалектике, и не только со стороны «плоской» формально-логической культуры мышления, но и *не менее глубокой*, *чем диалектическая, метафизической культуры, наиболее ярко и заметно представленной в феноменологии, экзистенциализме, структурализме, в философии Хайдеггера, Гартмана, Адорно* и др.» [227]. (Курсив мой, – Ю.Е.).

5. Разумеется, и марксистский взгляд на диалектику, когда её перевернули с головы на ноги, и ленинская теория единства логики, диалектики и теории познания, положенные в основу канонического мировоззрения советских людей, достойны глубокого уважения. Но не следует забывать, что эти учения являются плодами конкретных людей, а не оракулов, во что их превращали деятели «идеологического фронта» (дирижёры, менеджеры, цензоры, педагоги и др.). Ведь Ленин говорил и писал то, что обдумывал и знал, не оглядываясь на оценку взглядов учёными и политиками, – будь то полное или частичное согласие, одобрительное похлопывание по плечу или полное неприятие. В частности, он напомнил, что «… идея развития, эволюции, вошла почти всецело в общественное сознание, *но иными путями, не через философию Гегеля*. Однако эта идея в той формулировке, которую дали Маркс и Энгельс, опираясь на Гегеля, гораздо более всесторонняя, гораздо богаче содержанием, чем ходячая идея эволюции» [108]. И тогда он, обсуждая черты диалектики, указывает на обязательность учёта взаимозависимости и теснейшей, неразрывной связи *всех* сторон каждого явления» (курсив Ленина) и ещё добавляет в скобках: «… причём история открывает *всё новые и новые стороны*» [108]. (Курсив мой, – Ю.Е.).

Разумеется, это не следует понимать буквально: история ничего не может открыть, но помнит то, что было открыто. И не исключено, что эти «всё новые и новые стороны», которые нужно истолковывать как арсенал понятий и факторов, принятых наукой (состав, устройство, строение, структура, взаимосвязь, отношение, взаимодействие, состояние, функция, явления переноса и др.; см. раздел 3.2.), смогут повлиять на сам канонический перечень «законов» или «черт» марксистского диалектического метода. Если ещё в эпоху Ленина в философских текстах обычно упоминались только *три закона* (единства и борьбы противоположностей, отрицания отрицания и перехода количества в качество), то в сталинскую эпоху, в главной книге того времени, «Кратком

курсе ВКП(б)», уже указываются *четыре черты*.* Так сказать, хоть и то же, да не так.

Если всё-таки рассматривать диалектику как метод познания действительности в её противоречивости, целостности и развитии, не отягощённый политическими, сакральными или какими-либо клановыми интересами, то и впредь следует руководствоваться её «законами», «чертами», может быть, «принципами», «азами», «фундаментальными понятиями», выстраданными человечеством, которые всегда были инструментами мыследеятельности *созидателей* науки и техники, в первую очередь – «первопроходцев». А комментаторы, критики, учителя, контролёры, судьи и цензоры всегда рекрутировались из *потребителей* всех культурных благ, произведённых созидателями. Эти же потребители и назначали оракулов из среды созидателей и первопроходцев, омертвляя их идеи или возводя их изваяния, чтобы память не угасла.

6. Вышеупомянутый словарь, включающий статью о диалектике [227], составлен силами Уральской школы философов (председатель редакционного совета В.Е. Кемеров, ответственный секретарь Т.Х. Керимов). Вот, что написано в предисловии ко второму изданию: «Философия – это особое «место», где реализуется связь между обыденным опытом людей, специальным научным знанием и классическими философскими представлениями, обогащающими предшествующий опыт. Философия оказывается особым способом «перевода» этих сфер на «язык» друг друга. <…> *Философия утрачивает своё высокопоставленное положение в обществе*, зато приобретает собственную позицию в гуще событий обыденно-практической, научно-теоретической и духовной жизни людей».

Такое заявление об утрате философией своего «высокопоставленного положения», охраняемого идеологическими цензорами недавнего советского прошлого, дорогого стоит. В предисловии к первому изданию указано: «В поле философствования – понимаемого достаточно широко – *действуют силы, ориентированные как на сохранение существующих мер человеческой деятельности, так и на пересмотр её стандартов*, создававшихся столетиями общественной эволюции. Поиск социального консенсуса и преодоления репрессивности общественных форм сопрягаются отнюдь не гармонически. Идея взаимодействия то и дело оборачивается *практикой конфликта.* Это характерно для современного социального мира, и *ещё более – для нынешней России».* (В обоих случаях курсив мой, – Ю.Е.).

7. Разделяя взгляды Уральской школы философов, с учётом аргументированных мнений авторов, включившихся в «системное движение» после Берталанфи (и вспомнив, кстати, о Богданове), я пришёл к следующим выводам.

Толкование системного подхода в духе академика В.Г. Афанасьева [211, с. 42] нужно рассматривать как идеологически оформленное высказывание, не допускающее разночтений. Он, будучи философствующим функционером советской эпохи, был убеждён в том, что разработка и творческое развитие системного подхода принадлежат Марксу, Энгельсу и Ленину (Сталин не был упомянут, т.к. уже состоялось разоблачение культа личности). Он называет системный подход «*гранью* марксистской диалектики», видимо, полагая, что слово «грань» поможет понять природу смысловой связи системного подхода с диалектикой (или только с марксистской диалектикой?). Он, будучи погружённым в тексты Маркса, Энгельса и Ленина, вообще не упоминает Берталанфи и, тем более, Богданова, говоря об истоках системного подхода. Но и у Берталанфи Маркса можно обнаружить только в следующем высказывании: «У Гегеля и Маркса особое значение придаётся диалектической структуре мышления и порождающего его мира» [49]. А в своём обзоре проблем и результатов [48] он заметил, что «… как и любое другое научное понятие, понятие системы имеет свою долгую историю. Хотя сам термин «система» далеко не всегда явно выделялся, эта история богата именами многих философов и учёных. В этой связи необходимо упомянуть «натуральную философию» Лейбница, Николая Кузанского с его совпадением противоположностей, мистическую медицину Парацельса, предложенную Вико и Ибн-Халдуном версию истории последовательности культурных сущностей, или «систем», диалектику Маркса и Гегеля, – этот перечень, конечно, далеко не полон».

Скорей всего, ни Маркса с Энгельсом и Лениным, ни Берталанфи неправомерно называть разработчиками и основоположниками системного подхода и, тем более, общей теории систем. Роль Берталанфи заключается в его обзорных публикациях [47-49] и в том, что *после этого* родилось и стало развиваться «системное движение», захватившее естествен-

ные и гуманитарные науки и технику. *После этого* – не следует понимать, как *вследствие этого* (старая логическая ловушка): дело в том, что «системное движение» – это объективный феномен общечеловеческой мыследеятельности, который Поппер относил к «третьему миру». А Берталанфи был одним из первых, который это заметил и сделал обзоры.

Итак, происхождение и толкование системного подхода следует освободить от обязательного, бывшего в недавнем прошлом, сочетания с понятиями политизированного словаря марксизма. Его теоретики никогда не были склонны пересматривать происхождение и смыслы лексикона «единственно верного учения», где ересь [<гр. hairesis особое вероучение] была недопустима. Здесь прослеживается сходство с теологией (богословием), которая по Дунсу Скоту (1265/66 – 1308; философ, представитель золотого века средневековой схоластики) «… не есть наука умозрительная или теоретическая; она изобретена не для избежания неведения; <…> её задача в том, чтобы посредством частого повторения одних и тех же практических истин побудить слушателей к исполнению предписанного» [228]. Таким образом, истоки системного подхода более глубокие, чем почва марксизма, что не совпадет с точкой зрения академика В.Г. Афанасьева [202; 211, с. 42].

В то же время Л.А. Петрушенко, уже упоминавшийся мною автор [197], издал свою книгу ещё в доперестроечную эпоху (1975 г.). Будучи бесспорным марксистом, что видно из самого содержания этого исследования, он всё-таки напрямую не связывает рождение системного подхода, подобно Афанасьеву, с Марксом, Энгельсом и Лениным. Он настолько автономен, что даже Берталанфи упоминает только один раз, да и то в связи с мнением Лоренца (Конрад Лоренц, немецкий этолог) относительно природы инстинкта, хотя цитирует его книгу по общей теории систем. Петрушенко считает, что «… необходима разработка методологии для целого круга теоретических исследований, охватывающих … тему единства системности, организованности и самодвижения (активности), поскольку оно является существенным моментом любого управления. В сферу этих исследований входит комплекс понятий и взглядов, всё более кристаллизующихся в научную теорию. <…> Универсальность и методологическое значение теории систем вовсе не означают, что возникла альтернатива: или теория – или диалектико-материалистическая философия. Попытки так ставить вопрос являются надуманными и вредными для развития обеих этих областей знания» [197, с. 36].

В завершение раздела 7.3.1 я считаю возможным ещё раз привести обоснованное мнение Л.А. Петрушенко о том, что такое системный подход, которое я, будучи дилетантом, разделяю, ибо другого, более внятного, ещё не обнаружил.

Системный подход это способ теоретического упрощения сложного объекта исследования, как абстрактно-теоретический «каркас» для конкретно-практического изучения такого объекта, как образ мышления, характерный для данного исследователя [197, с. 38].

Иными словами, это один из общелогических методов исследования, метод абстрагирования.

7.3.2. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Людвиг фон Берталанфи в неоднократно упоминаемом здесь обзоре пишет: «Системам посвящается несметное множество публикаций, конференций, симпозиумов и учебных курсов. В последние годы появились профессии под такими названиями, как проектирование систем, *анализ систем*, системотехника и т.д., которые совсем недавно были неизвестны» [48, с.30]. (Курсив мой, – Ю.Е.). Будем считать, что это словосочетание и *системный анализ* – синонимы. Если в понятии *системный подход* смыслосодержащим словом было слово *системный*, то слово *подход* вряд ли можно считать научным термином (по Фейнману это обычное слово, употребляемое необычным образом). Его нет в большинстве научных словарей, за исключением одного, названного «новейшим». Вот что там написано: «Подход – комплекс парадигматических, синтагматических и прагматических структур и механизмов в познании и/или практике, характеризующий конкурирующие между собой (или исторически сменяющие друг друга) стратегии и программы в философии, науке, политике или в организации жизни и деятельности людей» [229].

Я завидую предполагаемому читателю моей книжки, которого удовлетворит эта формулировка. В противном случае ему придётся долго искать другую, более внятную, где (как

заметил, кажется, Флобер) непонятный термин не будет толковаться с помощью понятий, которые ещё более непонятны. Если *подход* – это *комплекс*, как сформулировано выше, а *комплекс* – это по Богданову *синоним системы*, то получается, что и *понятие подхода системно*. Возможно, что это так и есть. Например, в словаре практического психолога термин подход не объясняется однозначно и универсально. Но зато там приведено истолкование девяти словосочетаний, используемых в этой науке: подход атомистический, деятельный, когнитивистский, микроструктурный, поведенческий, психоаналитический, телесно-ориентированный, трансперсональный, экзистенциально-гуманистический. И везде даны достаточно внятные разъяснения [230].

Но вернёмся к системному анализу (анализу систем) и сперва подробно обсудим понятие анализа.

7.3.2.1. АНАЛИЗ

[<гр. analysis разложение, расчленение].

Давно освоенный метод научного исследования; мысленное или фактическое разложение *целого* на составляющие его *компоненты* (части) сперва в «аналитическом» понимании (см. раздел 3.3) состава (перечень подсистем с их местом в иерархии), когда каждая часть исследуется в отдельности, выясняются её признаки и свойства. Затем, используя понятия *устройство, строение, структура, взаимосвязь, отношение, взаимодействие* и *состояние* (см. также раздел 7.1), применяя метод *синтеза*, выстраивается «физиологическое» (динамическое) понимание свойств и функций этого анализируемого *целого* (системы, объекта, понятия).

Как и ранее, отдав предпочтение цитированию текстов выдающихся методологов прошлого их пересказу, обращаюсь в данном случае к одному из лучших словарей по логике – словарю Н.И. Кондакова:

«Зачатки анализа можно наблюдать уже в действиях высших животных. Рассматривая элементарные логические приёмы, присущие как человеку, так и высшим животным, Ф. Энгельс пишет в «Диалектике природы»: «Уже разбиение ореха есть начало анализа». <…> Если у высших животных элементарные формы анализа выступают неосознанно, то у человека анализ совершается в связи со всеми другими логическими приёмами: обобщением (слово, обозначающее предмет, уже обобщает), абстрагированием, сравнением и синтезом <…> Форма анализа зависит от анализируемого объекта и от тех целей, которые человек ставит при исследовании этого объекта. Иногда требуется расчленить целое на части и познать некоторые или все части в отдельности, чтобы затем вернуться к целому со знанием его отдельных частей и тем самым начать процесс синтеза. Причём не надо думать, что вначале идёт чистый анализ, а затем начинается чистый синтез. Уже в начале анализа исследователь имеет какую-то общую идею об исследуемом объекте, так что анализ начинается в сочетании с синтезом. Затем, изучив несколько частей целого, исследователь уже начинает делать первые обобщения, приступает к синтезу первых данных анализа. И таких ступеней может быть несколько, перед тем как будут изучены все части целого. Целью анализа может быть и расчленение предмета на его свойства, расчленение классов (множеств) на подклассы (подмножества), расчленение на противоречащие стороны и т.д. и т.п. <…>

Анализируя конкретный предмет или явление, необходимо иметь в виду, что правильно осуществляемый анализ не может сводиться к одному лишь расчленению предмета или явления на составные элементы, от которых затем сразу совершается переход к познанию предмета или явления в целом. Очень часто приходится простейшие составные элементы объединять в сходные группы, подклассы, а затем только в результате соединения полученных групп, подклассов наша мысль добирается до познания предмета или явления. Но анализ – только начало изучения предмета. <…> Необходимо, следовательно, восстановить расчленённое анализом целое. Это достигается в синтезе» [231].

И ещё: «По способу осуществления различают: 1) возвратный (регрессивный) анализ, предполагающий при исследовании фактов переход к анализу возможных причин, породивших эти факты. Например, особый характер рентгеновского излучения, поступающего из созвездия Лебедя, позволяет предположить, что источником данного излучения является чёрная дыра; 2) поступательный (прогрессивный) – предполагающий исследование следствий, вызванных интересующими нас причинами. Например, мысленный анализ последствий сжатия Солнца до радиуса 3 км, при котором скорость света на его поверхности обратиться в ноль; 3) прямой анализ –

расчленение непосредственного содержания какой-либо мысли: переход от родовых понятий к видовым, от видовых к подвидовым и т.д. (дедуктивное ограничение) [232].

В человеческой мыследеятельности анализ и синтез осуществляются согласованно и совместно. Поэтому следует посвятить несколько строк и синтезу.

7.3.2.2.СИНТЕЗ

[< гр. synthesis соединение, составление].

«Мысленное соединение частей объекта, структурированного в процессе анализа, установление связей и взаимодействий отдельных его частей. В процессе синтеза происходит восстановление первоначальной целостности исследуемого объекта и одновременная верификация (проверка) полученных знаний о неизвестных ранее свойствах и отношениях данного объекта в научной теории, в пределах которой осуществлялся анализ. Различают несколько видов синтеза: 1) возвратный (регрессивный), при котором ход исследования направлен от данных фактов, полученных в ходе предварительного анализа, к предполагаемым или первоначальным условиям, причинам. Например, проведённый анализ характера рентгеновского изучения, поступающего из созвездия Лебедя, позволяет сделать вывод о том, что в данном созвездии можно наблюдать двойную звезду, одним из компонентов которой – огромная, излучающая свет звезда, а второй, как предположили, – невидимая глазу чёрная дыра; 2) поступательный (прогрессивный), при котором ход исследования направлен от причинных оснований к следствиям. Например, анализ гипотетически предполагаемого сжатия Солнца позволяет сделать вывод о том, что ничто не сможет покинуть это сжатое Солнце, так как скорость любых объектов, начиная со света, станет равной нулю. Такой объект называется чёрной дырой; 3) прямой, связанный с переходом мысли от видовых понятий к родовым, от родовых к типологическим и т.д. (индуктивное обобщение) [232].

В одной из книг 17-го века, так называемой «Логике Пор-Рояля», рассматриваются методы анализа и синтеза. Авторы начинают с уточнения, понятия *метод* (я в очередной раз предпочту цитирование пересказу).

«Методом можно в общем назвать искусство располагать мысли в правильной последовательности, или с целью открыть истину, когда мы её уже знаем. Таким образом, есть два различных метода. Один предназначен для того, чтобы открыть истину, – он называется анализом или *методом разложения* и может быть назван также *методом нахождения* (d' invention), другой служит для того, чтобы излагать её другим, когда мы её уже нашли, – он называется *синтезом* или *методом сложения* и может быть назван также *методом доктрины*. <…> Все вопросы касаются либо слов, либо вещей. <…> Вопросы о вещах можно разделить на четыре главных вида.

Первый вид – когда по действиям отыскивают причины. Например, зная действия магнита, ищут их причину; зная различные действия, какие обыкновенно приписывают боязни пустоты, исследовали, является ли она их истинной причиной, и пришли к выводу, что нет; зная о морских приливах и отливах, спрашивают, какова причина столь мощного и столь регулярного движения.

Второй вид – когда по причинам отыскивают действия. Например, во все времена было известно, что ветер и вода обладают большой двигательной силой, но древние не изучили, каковы могут быть действия этих причин, и не умели применять их для многих вещей, потребных человеческому обществу и намного облегчающих труд людей (как это стали делать впоследствии, с изобретением мельниц), к чему их непременно привела бы истинная физика. Можно сказать, что первый вид вопросов – когда по действиям отыскивают причины – составляет всю умозрительную часть физики, а второй – когда по причинам отыскивают действия – составляет всю её практическую часть.

Третий вид вопросов – когда по частям отыскивают целое, например, имея несколько чисел, ищут их сумму, прибавляя одно к другому, или когда, имея два числа, ищут их произведение, умножая одно на другое.

Четвертый – когда, имея целое и какую-то часть, отыскивают другую часть, например, когда, имея число и то, что из него надо вычесть, отыскивают разность, или когда, имея число, отыскивают, какова будет такая-то часть от него.

Но надо заметить следующее: для того, чтобы два последних вида вопросов были более обширными и схватывали всё, что не может быть отнесено к двум первым, надо понимать слово «часть» более широко, обозначая

им всё, что содержится в вещи, – её модусы, её очертания, её случайные признаки, отличительные свойства и вообще все атрибуты. К примеру, отыскивать площадь треугольника по высоте и основанию – значит отыскивать целое по его частям, и наоборот, отыскивать сторону прямоугольника, зная его площадь и одну из сторон, - значит отыскивать часть по целому и другой части.

К какому бы выводу ни принадлежал вопрос, который предлагается решить, первое, что надо сделать, – это *составить себе ясное и отчётливое представление о том, что же в точности спрашивается, т.е. какой точный смысл вопроса* (курсив мой, – Ю.Е.). Ибо следует избегать того, что случается со многими людьми, которые по торопливости ума приступают к решению вопроса прежде, чем продумают, по каким признакам и приметам они смогут распознать искомое, когда они его встретят. Это подобно тому, как если бы слуга, которого хозяин послал за одним из своих друзей, поспешил отправиться на поиски прежде, чем узнал у хозяина, кого он должен найти. [Добавлю от себя – как в русских сказках: пойди туда, не знаю куда и принеси то, не знаю что.]

Так вот, хотя во всяком вопросе есть что-то неизвестное – иначе нечего было бы искать, – однако необходимо, чтобы само неизвестное было выделено и обозначено через определённые условия, которые направляли бы нас на поиски одного, а не другого и позволяли бы нам, отыскав требуемое, заключить, что это и есть то, что мы искали. *Именно эти условия мы и должны рассматривать в первую очередь, следя за тем, чтобы не прибавить условий, не заключённых в предложенном вопросе, и не упустить тех, которые в нём заключены, ибо это две ошибки, какие мы можем совершить»* [233]. (Курсив мой, – Ю.Е.).

Вопросы, содержащиеся в учебном руководстве по логике Арно и Николя, относятся к выявлению причинно-следственных связей, в согласии с которыми протекают события во внешнем мире. То есть, это не явления и эффекты, которые являются предметом изучения в естественных науках. Поскольку причина и следствие во времени разобщены, как при реальном наблюдении за протеканием процессов, так и при воображаемом восстановлении событий прошлого, то подобные вопросы следует относить к разряду «динамических» или «физиологических», когда вопрос касается выяснения хода развития или изменения какого-либо явления (ситуации) под влиянием (вследствие влияния) действующих на него факторов (см. раздел 3.3). Два последних вопроса скорее относятся к выяснению статической картины объекта («анатомической»), что издавна было проблемой истолкования *части* и *целого*.

Но есть ещё и другая классификация известных с древности вопросов, относящихся к четырём видам исследования, направленных на нахождение искомого.

Согласно Аристотелю, «… искомого – четыре вида: «что» (hoti), «почему» (dioti), «есть ли» (ei esti) и «чтó есть» (ti estin). В самом деле, когда вопрос касается сочетания [вещи и свойства] вот такая ли [вещь] или такая, например затмевается ли Солнце или нет, тогда мы ищем, что [вещь] есть [такая то]. Доказательством этого служит то, что мы перестаём искать, как только находим, что Солнце затмевается; а если бы мы с самого начала знали, что Солнце затмевается, то мы не спрашивали бы, затмевается ли оно. Когда же мы знаем, что нечто есть [такое-то], тогда мы ищем [причину], почему оно [такое-то]. Например, когда мы знаем, что происходит затмение Солнца и что Земля колеблется, тогда мы ищем [причины], почему происходит затмение и почему колеблется Земля. Их мы ищем именно так. Но о некоторых вещах мы спрашиваем по-другому, например: есть ли или нет кентавр или бог? Здесь я имею в виду, есть ли нечто или нет вообще, а не о том [например], было ли оно или нет. А когда мы уже знаем, что нечто есть, тогда мы спрашиваем о том, чтó именно оно есть, например: что же есть бог или что такое человек?» [234].

Итак, анализ как универсальный метод познания давно и всесторонне применяется людьми. Но всё-таки существует различие между двумя видами человеческой деятельности. Одно дело – преобразование материальных объектов (систем, вещей, веществ), чем занимается техника в широком смысле слова, представленная перечнем технологий (химическая технология, технология строительных работ, технология металлов и др.). Кроме того, люди, помимо «рукотворной» деятельности, постоянно находятся в сфере мыследеятельности, логически анализируя сложные объекты (т.е. системы), а также ситуации, явления и процессы, происходящие или некогда происходившие в природе, которые прошли и

их не вернёшь (например, эволюция гоминидов и возникновение современного человека.

Анализ, будучи одним из обобщённых методов познания, расширяет фактологию, относящуюся к изучаемому объекту, какого бы происхождения он ни был. Аналитический этап – это начало любого исследования, реакция на возникновение вопросов «что это такое» и «что от этого объекта и явления можно ожидать». Не только человека, но и животных всегда занимали эти вопросы, цель которых состоит в прояснении функции, т.е. временно́го поведения любого объекта, тем более сложного. Бесспорная ценность этого прояснения насквозь прагматична и утилитарна. Вот именно *этот* объект (явление, процесс и т.д.) вызвавший интерес или удивление, он какой: полезный, вредный или нейтральный? Организация ответа на этот вопрос предполагает два этапа аналитической деятельности, Во-первых, это формулирование *цели* исследования, т.е. достижение такого состояния вопрошающего разума, когда он приходит к пониманию. Но, во-первых, это достижение, как правило, не бывает одномоментным, оно складывается из комплекса последовательно и согласованно решаемых *задач.* Привычному словосочетанию «цели и задачи» исследования (в частности, анализа) можно поставить в соответствие другую пару известных слов – «стратегия и тактика», если отстраниться от их изначального «милитаристского» и социально-политического смысла. Метафорически понимаемая стратегия также сводится к указанию цели анализа (*зачем* и *для чего* нужны его результаты), а тактика, не как раздел военного искусства, а в переносном смысле, представляет собой свод приёмов, способов, последовательно и/или параллельно предпринимаемых для достижения какой-либо цели.

Следует ещё раз подчеркнуть, что аналитическая деятельность с давних пор знакома людям, которые в отличие от всех братьев наших меньших не просто пользуются дарами природы, но культивируют её (см. главу 2: природа Вторая) и создают Третью природу (техносферу), представляющую собой *систему сложных систем*. Полезно различать понятия – *техника* и *технология*. Термин *технический* характеризует нечто, относящееся к *технике*, обрусевшему слову греческого языка, которое сейчас понимается в основном как совокупность машин, механизмов, приборов, устройств, орудий и т.п. той или иной отрасли производства, а также как сумма навыков и приёмов профессионального мастерства (техника скрипичная, спортивная, строительная и др.). Существует ещё ряд характерных словосочетаний – техническая документация, технический кредит или технический ресурс, обозначающий предельное суммарное время непрерывной эксплуатации технического объекта или предельный объем работы, которую он способен выполнить. Но термин *технологический* произведён от *технология* [<гр. technē искусство, мастерство], т.е. совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых при производстве продукции.

Возникновение и усовершенствование различных технологий (технология металлов, химическая, радиохимическая, нанотехнология и др.) невозможно себе представить без сопровождающей этот процесс аналитической деятельности. В рамках техносферы исторически сложилось разделение компетенций [лат. competere добиваться; соответствовать, подходить] специалистов, работающих в области конкретной технологии. Так, существуют инженеры-технологи, создающие продукцию, и аналитические службы, предоставляющие необходимую и комплексную качественную и количественную информацию о технологическом процессе и его продукции.

В наше время аналитическая служба сама представляет собой систему организованной деятельности. Вот что пишет «известный авторитетный учёный в области, лежащей на стыке метрологии и химического анализа», А.Б. Шаевич: «Информация о составе и строении веществ – необходимое условие успешного управления технологическими процессами, обеспечения надлежащего качества промышленного сырья и продукции, повышения эффективности сельскохозяйственного производства, решения экологических проблем, совершенствования здравоохранения. Она во многом определяет возможности и результаты исследований в области естественных наук. Потребность в такой информации экспоненциально возрастает: увеличивается количество выполняемых анализов, возрастает число изучаемых и контролируемых веществ, расширяется интервал определяемых содержаний. При этом ужесточаются требования к оперативности получения результатов анализов и их достоверности» [235]. Не менее извест-

ный советский химик-аналитик и педагог Ю.А. Клячко, давший приведённую выше характеристику этому автору и его книге, подчеркнул, что она (книга) «… построена на основе прогрессивного системного подхода к структуре и деятельности аналитической службы. <…> Обобщения, возникшие в результате системного подхода, позволили … представить все основные функциональные элементы аналитической службы, показать задачи каждого из них, связи между ними, обосновать пути их совершенствования. <…> Но не только руководители и … аналитики … почерпнут в этой книге много полезного для своей деятельности: в ней содержится не просто информационный, но, я бы сказал, учебный материал, по ней надо учиться *технологии аналитической службы»* (курсив мой, – Ю.Е.) [235].

Тем не менее понятие *анализ* в рамках методов естественных эмпирических наук, хотя и не сводится к аналитической химии и физико-химическим методам анализа, в настоящее время понимается более обобщённо, как это видно из текста Данцера, Тана и Мольха [16] или из монографии по хемометрике [236], новой прикладной научной дисциплине, возникшей на стыке экспериментальной химии и математики. Физико-химическая аналитика, будучи в наше время вооружённой инструментальными методами (вопрос о роли «лакмусовой бумажки» сейчас можно встретить только в кроссвордах), непрерывно развивается в двух отношениях.

Во-первых, необходимо выявлять, идентифицировать и количественно оценивать роль прежде неизвестных факторов. А это может быть просто участвующее в актах переноса вещество, недавно обнаруженное в природе или синтезированное, но и особенности его «состояния». Например, такая проблема была и остаётся актуальной в прикладной радиохимии и радиоаналитике (см. [237, 238]. Поэтому нужно иметь в виду, что «… химия, как и каждая отрасль науки, развивается так быстро и в столь разнообразных направлениях, что даже химики-специалисты могут находиться в курсе её развития только в той области, в которой они сами работают. В некоторых областях химия приобрела почти столь же философский и математический характер, как и теоретическая физика, методы и достижения которой сейчас широко используются в химии. В других областях она сохраняет тот интуитивный, эмпирический и несколько романтический характер, который она унаследовала ещё от алхимиков» [239]. В этой книжке, названной «Новая химия» и написанной американскими учёными, содержится четыре части – «новые реакции», «новые методы», «новые элементы» и «новые соединения», что подтверждает исключительную (или, как выразились бы современные критики и обозреватели, – эксклюзивную) черту химии как естественной науки: она *сама и непрерывно создаёт* материальные объекты (вещества, вещи, системы), отсутствующие в природе (включая ближний Космос), требующие изучения, и в связи с этим развивает и создаёт новые методы изучения. Другие естественные науки пока изучают *то, что есть* (науки о Земле и Космосе), но не исключено, что биология скоро будет «догонять» химию, синтезируя некие новые формы «живого вещества», не имеющего земных аналогов.

Однако вернёмся к обсуждению физико-химической аналитики. Не следует отождествлять два понятия, устойчиво вошедших в естественнонаучный лексикон – *физико-химические методы анализа* и *физико-химический анализ.* Есть смысл их сопоставить, т.к. я допускаю, что далеко не каждый предполагаемый читатель моего пособия знает, что это не синонимы.

Так, *физико-химические методы анализа* (ФХМА) – «методы, в которых анализируемые вещества подвергают химическим превращениям, а аналитический сигнал представляет собой физическую величину, функционально связанную с концентрацией или массой определяемого компонента. Химические превращения могут приводить к образованию или разрушению детектируемого соединения (например, в амперометрическом титровании, кинетических методах анализа), переводу образца в раствор, концентрированию определяемого компонента, маскированию мешающих веществ и т.д. Аналитическим сигналом служат интенсивность излучения (в люминесцентном анализе), поглощательная способность (в фотометрии пламени, нефелометрии), сила тока, количество электричества, электропроводность, разность потенциалов (в различных вариантах электрохимических методов анализа, например, вольтамперометрии, кулонометрии, кондуктометрии, потенциометрии) и др. <…> чёткого деления методов на химические, физические и физико-химические не существует» [249, с. 620; 241-244].

Иногда ФХМА называют *инструментальными методами анализа* [245].

Но физико-химический анализ нечто другое. Этот термин был введён советским физико-химиком академиком Николаем Семёновичем Курнаковым (1860-1941) и служит названием «… метода исследования физико-химических систем, основанного на изучении зависимостей свойств равновесной системы (температура начала кристаллизации, давление пара, растворимость, электрическая проводимость и др.) от параметров состояния (температура, давление, состав)» [246, с. 620]. (См. работы Н.С. Курнакова и его последователей: [247-251]. Упомянутые зависимости «… обычно выражают в виде диаграмм параметр состояния – свойство или параметр состояния – другой параметр состояния. Наибольшее значение имеют диаграммы состав – свойство и диаграммы состав – температура. <…> Анализ таких диаграмм позволяет сделать выводы о характере взаимодействия компонентов системы, составе и устойчивости образующихся в системе химических соединений, областях существования различных сочетаний фаз системы – химических соединений, растворов (твёрдых или жидких), пара. В отличие от препаративных методов исследования физико-химический анализ не требует непосредственного выделения этих фаз из системы» [246, с. 620].

Аналитика, трактуемая *в широком смысле слова* (в изложении Данцера, Тана и Мольха [16]) как наука о принципах и методах определения химического состава вещества, включает в свой канон и изучение фазового состояния гетерогенных систем. Поэтому можно понимать аналитику как интенсивно и экстенсивно развивающееся межпредметное учение в области естествознания и техники, породившее, в частности, метрологию, стандартизацию и аналитические службы как системы. Этот арсенал методов аналитического эмпирического познания материального мира обеспечивает наш «диалог с природой». Этот аресенал *систематизирован*, т.е. он представляет собой список, перечень, классификацию приёмов, рецептов, способов познания. Та информация, которую мы получаем в процессе такого диалога (т.е. «ответы» природы на наши «вопросы»), всегда будет полнее и точнее, т.е. более достоверной, если во время исследования одновременно использовать приёмы эксперимента, имеющие разную физико-химическую природу. Например, выводы о структуре молекулы какого-либо комплексного соединения или коллоидной частицы будут более убедительными в том случае, когда несколько одновременно применённых и независимых методов эксперимента (метод электропроводности, межфазного распределения, «меченых атомов», спектроскопии и т.п.) позволят обнаружить совпадающие аргументы.

Таким образом, системный анализ как словосочетание двух понятий – *система* и *анализ*, – подробно обсуждённых выше, следует рассматривать не только как общепринятый, состоявшийся и всесторонне проверенный список эмпирических методов познания, а как безостановочное разгадывание сложнейшего ребуса, предлагаемого нам природой. И *система*, и *анализ* не могут быть истолкованы с помощью исчерпывающих списков других, более детальных и частных понятий. С момента рождения современной науки и научного метода (будем считать, что это соответствует годам деятельности четырёх знаковых фигур прошлого – Г. Галилея, Ф. Бэкона, Р. Декарта и И. Кеплера) человечество включилось в это бесконечное разгадывание при условии, что со временем обнаруживались (именно обнаруживались, а не возникали) более сложные черты устройства и функций систем, но не потому, что они «прогрессировали», а потому, что вопрошающее мышление учёных стало проникать глубже. Например, ДНК возникла на заре зарождения жизни, а догадались, что она существует, выделили и связали с ней понятие наследственности только в прошлом столетии. Средства «проникновения мысли» – это и есть аналитика в широком смысле слова, которая и сама совершенствуется со временем, пополняя свой методический и методологический арсенал.

* * *

Наиболее сложные системы в рамках естествознания, на объяснение функций которых «замахнулся» человек, принадлежит наукам о Земле и Космосе. Это, например, геосфера и биосфера, в рамках которых имеют место процессы, относящиеся к метеорологии, климатологии, геотектонике и др. Эти процессы очень сложны, поскольку представляют собой не всегда очевидное переплетение *факторов*, действующих совокупно и не обязательно находящихся в причинно-следственной связи. Понятие фактора уже было упомя-

нуто во второй главе в связи с обсуждением обобщённого принципа Ле Шателье–Брауна. Сейчас возникает повод для его более подробного рассмотрения на примере процессов, протекающих в экосистемах, что выглядит наглядно, понятно и убедительно. Ещё раз вспомним, что фактор, безотносительно к адресу его проявления, – это движущая сила процессов или условие, влияющее на них, существенное обстоятельство, обеспечивающее протекание этих процессов и явлений. Рассмотрим классификацию факторов на примере их использования в текстах физической географии и экологии.

Всякая классификация начинается с выбора основания для упорядочения сложного множества. Применительно к наукам о Земле можно назвать десять оснований, различающихся по смыслу и происхождению. Итак, факторы различаются :

1. по времени (исторические, действующие, эволюционные);
2. по периодичности (периодические, непериодические, катастрофические);
3. по очерёдности возникновения (первичные, вторичные);
4. по происхождению (космические, абиогенные, биогенные, антропогенные, техногенные);
5. по среде возникновения (атмосферные, гидросферные, геоморфологические, почвенные, физиологические, генетические, популяционные, биоценотические, биосферные, экосистемные);
6. по характеру переноса (вещественно-энергетические и информационные);
7. по объекту воздействия (индивидуальные, групповые);
8. по условиям действия (зависящие и не зависящие от плотности);
9. по степени воздействия (лимитирующие, экстремальные, беспокоящие, тератогенные, мутагенные, летальные);
10. по характеру воздействия (избирательные, общего действия).

Существуют и другие более компактные классификации [252, с. 22]:

В зависимости от среды действия факторов:

а) климатические и атмосферные (свет, температура и влажность воздуха, осадки, ветер, газовый состав воздуха);

б) почвенные (температура, влажность и воздух в почве, её физические и химические свойства);

в) топографические (связанные с рельефом земной поверхности);

г) биотические (отражающие взаимодействие организмов между собой, вклад человека обычно рассматривается отдельно).

2) В зависимости от природы и характера воздействия на живое, независимо от локализации:

а) энергетические (тепло, свет, различная радиация);

б) водные (вода в атмосфере и почве);

в) химические (вещественный состав и иерархия химической организации вещества)

г) механические (ветер, эрозия, снег и т.п.);

д) биотические (отражающие взаимодействие организмов между собой, вклад человека обычно рассматривается отдельно).

Предложенные классификации факторов, используемых при описании состояния и «физиологии» сложных природных систем, нельзя считать исчерпывающими. Например, метрологически приемлемая картина состоянии погоды в некоем месте в конкретное время («здесь и сейчас») сводится к перечислению результатов измерения температуры воздуха, атмосферного давления, влажности атмосферы, направления и скорости ветра, к указанию характеристики осадков и облачности небесного свода. В последнее время стали сообщать о процессах, происходящих на Солнце и связанных с ними возмущениях магнитосферы Земли. Где-то уже во второй половине прошлого столетия стали обращать внимание на радиацию как биосферный фактор (см., например, [96]), давая информацию об «уровне радиации в районе метеостанции», как одно время было принято в Екатеринбурге. Хотя метрологически правильно было бы сообщать о «мощности экспозиционной дозы» (не исключено, что первая «любительская» формулировка была принята, чтобы не пугать людей двумя «страшными» понятиями – мощность и доза).

Таким образом, *погода* – это феномен и образец сложной природной системы, представляющий собой «букет» нескольких факторов, каждый из которых характеризуется *конкретным числом*, будучи результатом *измерения*. Погоду «здесь и сейчас» нельзя оценить каким-либо *одним числом*: количественная оценка здесь невозможна, а качественные характеристики – пасмурная, дождливая, ясная, пекло, колотун и др. и пр. – находятся в словаре обыденного языка и художественной литературы, а не естествознания.

То же самое можно сказать и о *климате* как о некоем обобщённом образе погоды в данном месте (или шире – местности, регионе), но *вообще*, а не в конкретное время.

Бесспорно, что понятие погоды у людей сформировалось раньше, чем представление о климате. Так, само слово погода – стопроцентно русское, а климат – уже заимствован из греческого языка [<гр. (klimatos) наклон (древние греки связывали климатические различия с наклоном солнечных лучей к земной поверхности)]. Толкование этих слов (понятий) со временем практически не изменилось. Тем не менее, сравнение их представляет интерес.

– «Погода состоянье мироколицы (атмосферы), воздуха, относительно тепла и холода, ветра и затишия, вёдра и ненастья и пр.» (В. Даль) [253].
– «Климат состояние воздуха известной местности относительно жары и стужи, сухости, сырости, длительности времён года и пр., погодье. Климат зависит от широты места, близости моря, материков, от высоты местности, от гор, лесов, вод и болот и *других*, *ещё мало известных отношений*. (Курсив мой – Ю.Е.) (В. Даль) [253].
– «Погода состояние атмосферы (облачность, влажность, осадки, температура воздуха и т.п.) в данной местности, в данное время» (Словарь под ред. Д.Н. Ушакова) [254].
– «Климат совокупность метеорологических условий, обычных для какой-нибудь местности» [254].
– «Погода состояние атмосферы в данном месте, в данное время» (С.И. Ожегов) [6].
– «Климат метеорологические условия, свойственные данной местности» [6].
– «Климат многолетний режим погоды, определяемый географической широтой местности, высотой над уровнем моря, удалённостью местности от океана, рельефом суши, характером подстилающей поверхности, антропогенными воздействиями и др. факторами. Существует ряд классификаций климата: по географическим зонам, … по связи атмосферы с поверхностью Земли, … по нахождению воздушных масс над сушей и океаном и т.д. [15, с. 236].

Если толкование погоды можно свести к слову *состояние* (воздуха, атмосферы), которое непосредственно воспринимается органолептически и обычно характеризуется словесно и без использования научной терминологии (пасмурная, жаркая, «мороз и солнце», ветренная и др.), то понятие климата уже является законным термином физической географии и её раздела – климатологии (в медицине тоже есть отрасль с таким названием). Все факторы, которые у Ушакова и Ожегова названы словосочетанием *метеорологические условия*, нуждаются уже не в органолептической оценке, а в метрологически обеспеченном измерении и излагаются в виде свода данных наблюдения за длительные отрезки времени (таблицы, графики). Перечень факторов, включаемых в понятие «метеорологические условия», нельзя считать закрытым и исчерпанным. Это уже подчёркивал Даль («… *и других*, *ещё мало известных отношений*»).

Поиск этих «ещё мало известных отношений», по-видимому, не будет прекращён никогда. Ведь о существовании космического излучения до 1912 года, когда оно было открыто австрийским физиком В.Ф. Гессом, человечество не знало. А после его открытия в XX веке в традиционной астрономии сформировалась космология (учение о Вселенной как едином целом) и её раздел астрофизика. Уже в рамках этой науки было выяснено, что существует более или менее установившееся излучение, идущее из глубин Космоса, и излучение, связанное с активными процессами на Солнце, возникающими вследствие термоядерных реакций. Кроме светового, рентгеновского, ультрафиолетового и радиоволнового излучения Солнце выбрасывает в окружающий его мир потоки положительно и отрицательно заряженных частиц сверхвысоких энергий. В связи с этим заслуживает внимательного прочтения следующая выдержка из работы отечественного учёного-энциклопедиста Александра Леонидовича Чижевского (1897-1964):

«… Ряд знаменитых учёных XIX и начала XX в., в том числе Сванте Аррениус, Фритьоф Нансен и другие, не только допускали возможность *непосредственного* влияния солнечных бурь на те или иные явления в тропосфере, в частности в органическом мире, но и сами установили ряд фактов этой зависимости. В дореволюционной России и ныне в Советском Союзе над проблемой связи между циклической деятельностью Солнца и явлениями в органической жизни успешно работали и работают многочисленные исследователи <…> Данная область исследований мало-помалу завоёвывает права гражданства среди естественных наук. В зарубежных странах наука обогатилась многочисленными исследованиями по гелиобиологии. <…> В 1915 г. *я впервые в науке* (курсив мой, – Ю.Е.) предпринял энергичное наступление на эту область, избрав два пути исследований, которые казались мне наиболее плодотворными: изучение изменений в функциональном состоянии нервной системы человека под влиянием солнечного фактора и изучение мировой статистики эпидемиологических заболеваний, где можно было рассчитывать найти отражение солнечных пертурбаций, опираясь на закон больших чисел. Действительно, вскоре я пришёл к установлению определённого параллелизма в ходе большинства пандемий и эпидемий XVI-XIX вв. – холеры, гриппа, чумы, дифтерии, возвратного тифа, цереброспинального менингита – и циклической деятельности Солнца. Коэффициент корреляции между ходом двух кривых – солнечной и эпидемиологической – часто достигает значений 0,8 – 0,9. <…> Наши статистические исследования заставили ещё в те далёкие годы обратиться к изучению общей смертности, и в этой области мы могли констатировать тот же любопытнейший синхронизм. … Наблюдательные врачи полвека назад заметили одно явление, которое долгое время не имело рационального объяснения, а именно: если в начале приёма больных являлись пациенты с острыми заболеваниями, то можно было ожидать появления таких же больных в этот день и в следующие два-три дня. Затем наступал некоторый промежуток времени, почти свободный от таких больных. Далее было замечено, что больные, страдающие болезнями нервной и сердечно-сосудистой системы и т.д., *испытывали приступы наиболее сильных болей в одно и то же время независимо от того, в каких условиях они жили* (курсив мой, – Ю.Е.). Точный учёт этих явлений показал, что приступы стенокардии, невралгических, головных болей и т.д., имевшие место у самых разнообразных больных, часто совпадают друг с другом с точностью до двух-трёх дней и затем одновременно прекращаются на некоторый промежуток времени. Чрезвычайно отчётливую картину синхронизма показала статистика внезапных смертей. Врачи, работающие в пунктах скорой помощи больших городов, знают, что если в начале дежурства был случай *внезапной смерти*, то можно ожидать ещё несколько таких же случаев в ближайшие сутки-двое. *Эта серийность* заболеваний, обострений и смертности, уже давно стала предметом обсуждения в научных медицинских обществах разных стран. <…> Попытка сопоставления «патологических серий» с метеорологическими факторами (температура, влажность, давление атмосферы, скорость и направление ветра, грозовые разряды и т.д.) оказались безуспешными. <…> Эти сопоставления хорошо согласуются лишь в редких случаях, но совершенно не охватывают того огромного числа совпадений в заболеваниях и смертности, которые синхронно отмечаются на больших территориях, в различных и далеко лежащих одно от другого местах. Одинаковые метеорологические условия не распространяются на территории такого масштаба и, следовательно, не могут дать общего объяснения наблюдённых закономерностей в одновременности паталогических случаев. Таким образом, следовало придти к заключению, что существуют мощные *внеземные факторы*, которые воздействуют определённым образом на всю поверхность планеты, на её биосферу. Случай помог приблизиться к выяснению этой задачи. Было замечено, что по временам автоматическая сеть телефонов начинает внезапно функционировать с перебоями или даже на несколько часов совсем прекращает свою деятельность, причём в аппаратах не наблюдалось никакой порчи и правильная работа телефонной сети восстанавливалась сама собой. … Дни нарушений в работе телефонной сети систематически совпадали с сериями паталогических случаев. <…> Получалась чрезвычайно отчётливая картина синхронного расстрой-

ства в работе электрической аппаратуры и физиологических механизмов человека. Как известно, одной из причин, нарушающих работу аппаратов проволочной электрической сети, являются магнитные и электрические бури, разыгрывающиеся в Земле и атмосфере под влиянием электромагнитных и корпускулярных радиаций Солнца» [255].

Самые убедительные аргументы в пользу мнения Чижевского – это статистически безукоризненно оформленная многолетняя фактология, представленная в виде графиков (рис. 4-7).

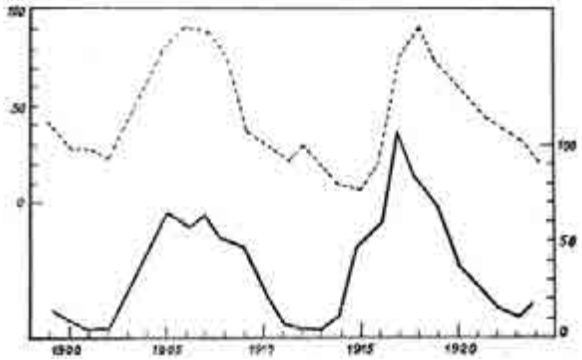


Рис.4. Нижняя кривая – солнечные пятна с 1899 по 1924 г. Верхняя кривая – частота бурь на озере Байкал (данные обсерватории в Иркутстке [26, с. 87]

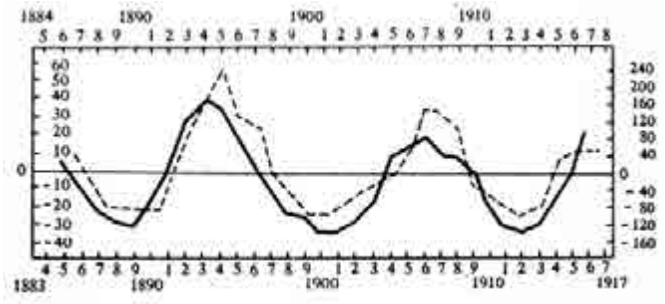


Рис. 5. Сопоставление отклонений возвратного тифа, сдвинутых на один год влево (пунктир), с отклонениями данных о солнцедеятельности [255, с. 228]. Коэффициент корреляции r = + 0,88 ± 0,03

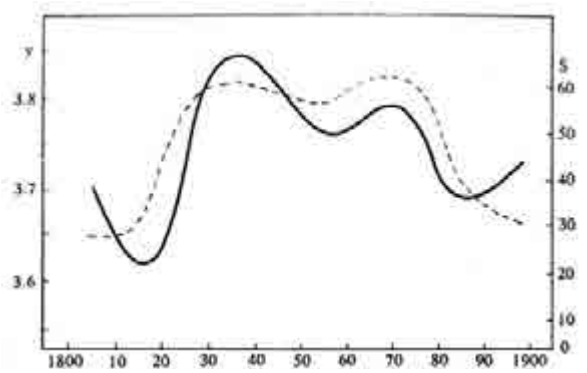


Рис. 6. Деятельность Солнца и рождаемость (пунктир) в Европе с 1800 по 1900 г. Деятельность Солнца – сплошная линия (сглажено). По данным, любезно предоставленным Г.И. Покровским [255, с. 630].

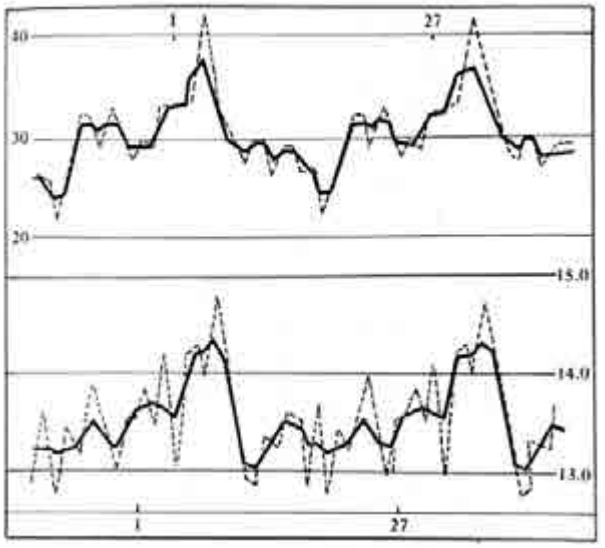


Рис. 7. Вверху мировой итог динамики магнитных возмущений по 27-дневному периоду обращения Солнца. Среднее из 68 оборотов Солнца за время с 1 января 1928 по 31 декабря 1932 г. Внизу – соответствующий ход числа скончавшихся (самоубийства и заболевания различной этиологии) в Копенгагене, Франкфурте-на-Майне и Цюрихе. 24739 смертных случаев (по Т. И Б. Дюлль) [255, с. 667].

Корреляция между деятельностью Солнца и сложными многофакторными процессами, происходящими в биосфере в неживой (бури на Байкале) и живой (рождаемость, болезни, смертельный исход) природе демонстрирует неслучайную связь этих феноменов. Однако не следует забывать, что корреляция – это всего лишь соотношение, соответствие (и не всегда взаимосвязь, взаимозависимость) предметов, явлений и понятий. В сложных системах цепь последовательных и воспроизводимых событий не всегда предстаёт как *очевидная* «эстафета» *источника* переноса (в пространстве и времени) и *приёма* некоего материального фактора. Известен классический пример ошибочного вывода, основанного на неверном истолковании роли *очевидного* фактора только потому, что он предшествовал объясняемому эффекту [252, с. 68].

Болезнь, именуемая малярия, получила название от итальянских слов mala aria – плохой воздух. Было замечено, что в людских поселениях около заболачиваемых водоёмов, источавших дурной запах («плохой воздух»), распространение этого заболевания всегда заметнее, чем в тех местах, где воздух чище, где нет этого болотного «амбре». Напраши-

валась объясняющая связь: «плохой воздух» – причина заболевания. Такого рода заключение вполне может содержать ошибку. В логике на этот счёт существует предостережение: post hoc ergo propter hoc (после этого – значит по причине этого) в общем случае не является доказательством причинно-следственной связи. Так, весна предшествует лету, но не является причиной его наступления.

В приведённом примере вскрытие истинной причины болезни объяснило сущность этой корреляции. Около заболачиваемых водоёмов часто поселяются комары рода анофелес (гр. anōphelēs вредный), самки которого пьют кровь теплокровных животных и человека, чтобы получить белок для откладывания яичек.

При этом в организме насекомого из водоёма в организм человека переносятся *плазмодии*, род простейших, относимых к гемоспоридиям (подотряд простейших класса споровиков), паразитирующих в *эритроцитах* (красных кровяных тельцах) и клетках *эндотелия* (слой клеток, выстилающих изнутри стенки кровеносных и лимфатических сосудов). Масса плазмодиев, переносимая в организме самки комара, и есть истинная причина малярии, приступы которой возникают в моменты размножения плазмодиев. «Комариха» при этом ни в чём не виновата, являясь всего лишь «транспортным средством», а «плохой воздух» – сопутствующим признаком, указывающим на большое число этих транспортных средств. Чем более заболочен водоём, тем больше в нём плазмодиев и тем больше личинок комара, которые «тоже хотят кушать». Таким образом, вместо однозвенной цепочки связей «плохой воздух – болезнь» следует иметь в виду иную связность: «источающий плохой воздух водоём – плазмодии – организм самки анофелеса – кровеносная система человека – малярия (болезнь) как следствие размножения плазмодиев». Так что не *через дыхание* и обоняние в человека внедряется болезнь, а *через кровь*. Понятно, что без инструментальной аналитической техники (в данном случае микроскопа) и приёмов (алгоритмов) системного анализа установить звенья этой цепочки факторов вряд ли когда-нибудь бы удалось.

В математической статистике корреляция указывает лишь на внешне наблюдаемую связь между явлениями, если одно из них входит в число причин, определяющих другие, или если имеются общие причины, воздействующие на эти явления. Корреляция *не доказывает существование причинно-следственной связи*, но предоставляет повод для её обнаружения. (А *функция* является частным случаем корреляции). В то же время, если в сложных системах выявлены устойчивые факторные «эстафеты» только на уровне корреляций, а причинно-следственные связи ещё не обнаружены и пребывают в качестве проблем, то подобные корреляции, *даже не объясняя причин явления*, *могут выполнять функции предсказания*. Так, например, сопоставлять пятнообразование на Солнце с событиями на Земле начали довольно давно (см. даты на рис. 4-7). Но причины возникновения этих пятен даже после осмысления физики термоядерных реакций продолжают обсуждать и по сей день.

* * *

Чем сложнее система, тем больше в ней можно обнаружить факторов, продолжая понимать их как «движущую силу и существенное обстоятельство» некоего процесса. Тем не менее факторы действуют, как правило, не автономно, но совокупно, являя собой своеобразный «букет». А в этом комплексном сочетании могут возникнуть следующие эффекты: *синергизм* и *антагонизм*. Они заслуживают более подробного обсуждения.

7.3.2.3. СИНЕРГИЗМ

[<гр. synergeia сотрудничество, содружество]. Термин в научных текстах появился довольно давно и использовался в несколько разных аспектах: а) в физиологии как обозначение *совместного действия* каких-либо органов или систем; б) в фармакологии как вариант реакции организма на совместное воздействие нескольких лекарственных веществ, выражающийся в том, что *воздействие превышает эффект*, оказываемый каждым компонентом в отдельности. Такого рода эффекты были отмечены не только в биологии и медицине, но и в других разделах естествознания. Вообще говоря, этот термин отражает отклонение от принципа *аддитивности* [< лат. additio прибавление], который принадлежит аддитивной теории чисел. Это часть арифметики, которая изучает законы составления чисел из слагаемых того или иного вида. В физике и физической химии также рассматриваются аддитивные величины (свойства), связанные с геометрическими или физическими (реальными) объектами так, что эта величина (свойство), соответствующая целому объекту, равна

сумме величин, соответствующих его частям, безотносительно к способу разбиения на части. Таково, например, свойство массы любого материального тела, что учитывают все инженеры-технологи при составлении материального баланса проектов. В то же время объёмы жидкостей, образующих однородные растворы (например, вода и этанол или вода и ацетон), принципу аддитивности не следуют. Так, литр воды и литр этанола при смешении имеют объём менее двух литров, что является хорошим примером неаддитивности, с чем наш народ познакомился давно.

Однако нужно различать смыслы этих терминов. Так, если речь идёт о совместном влиянии нескольких факторов (т.е. двух и более) на потенциальные свойства или функции («физиологию») системы, то обычно имеют в виду эффект усиления (улучшения, упрочения и др.) этих свойств и функций. Но если, например, эти факторы характеризуются конкретными числами, как та же масса компонентов сплавов, то суммарная масса любого сплава всегда будет равна сумме масс этих компонентов, т.е. принцип аддитивности будет выдержан, а свойства сплава не будут отражать индивидуальные свойства компонентов. Главное – нужно чётко различать свойства получаемых сплавов, которые здесь обсуждаются как общепонятный пример системы. В современном металловедении перечень сплавов и их свойств, по-видимому, никогда не будет завершён. Если принять во внимание только 45-50 элементов из периодической таблицы – в основном металлов, – сплавы которых давно используются людьми, то число их композиций из двух или трёх «сочетаний» и без учёта вариаций долей с налёта вообразить невозможно. Если уже десять металлов по формуле комбинаторики числа сочетаний из n элементов по k составляет:

$$\binom{n}{k} = \binom{10}{2} = \frac{10!}{2 \cdot (10-2)!} = 45$$, а для k=3

расчёт даёт 360, то двадцать металлов, сплавляемых по три, дают 3420 композиций. Если учесть ещё эффекты, связанные с изменением процентного содержания каждого элемента (в особенности, если учесть недавно открытую роль микропримесей и нанокомпонентов), и рассмотреть их в связи с перечнем свойств таких сплавов и композиций (в сущности *систем*), то список этих эффектов будет потенциально неисчерпаем. Все эффекты материальных объектов являются «продукцией» фундаментальной науки, а области применения этих эффектов относятся к разделу прикладных наук и техники. Именно техника («начинка» техносферы: механизмы, приборы, агрегаты, системы и т.п.), точнее – её прогресс, представляет собой и зеркало и летопись ноосферы. Только благодаря технике человечество стало представлять собой мощную геологическую силу по образному выражению Вернадского. Рост интересов человечества непредсказуем, но именно эти интересы будут выступать «заказчиками» всё новых и новых свойств. Одно дело – прочность, жаростойкость, пластичность, тугоплавкость и т.п. А затем – электропроводность, магнитные свойства, электрофизические и ядерно-физические особенности и др. Но если удивление, порождающее философию как «мать вех наук», не угаснет, то любому новому вновь открытому эффекту («свойству») люди всегда найдут применение – как во имя блага, так и во имя зла. Эту тему лучше всего обсуждать не с физиками, химиками и инженерами, а с футурологами, политологами и социологами.

Суммарные системные эффекты у многокомпонентных феноменов хорошо известны. Итоговые оценки, конечно, бывают разными. Скажем, салат «оливье» (не помню сколько у него компонентов) можно употребить двояко: в готовом виде или по очереди, съедая каждую часть, включая «отдельно взятую» соль. Впечатления будут, разумеется, разными, хотя питательные свойства (белки, жиры, углеводы, витамины, калорийность и др.) не изменятся. Вышеупомянутое *впечатление* в данном случае будет отражать возникновение синергетического эффекта – «интегрального» *вкуса* этого блюда. Впрочем и *вкус* – тоже есть результат синергизма, когда органолептические рецепторы (не только вкус в узком смысле слова, но и запах и даже зрительный образ) в одном «аккорде» станут вызывать и поддерживать аппетит.

Теперь можно вернуться к обсуждению погоды и климата как системных феноменов. Несмотря на их существенное отличие от только что рассмотренных композиций химических элементов (сплав можно предъявить для обозрения, а климат – нет), свойства и функции как метеорологических (климатологических), так и физико-химических многофакторных понятий практически всегда объясняются на основе эффектов синергизма. Рассмотрим общеизвестный пример – погода «здесь и сейчас».

Отношение людей в среднем к таким факторам, как сила ветра, влажность атмосферы, температура воздуха, если их оценивать по отдельности и совместно, может быть заметно различным. Например, сам по себе ветер вряд ли кого-нибудь из отдыхающих на лоне природы восхищал. Но в условиях жары и высокой влажности воздуха он будет восприниматься как благо. Количественно определённые значения такого рода факторов могут составить так называемую «зону комфорта», если речь идёт о самочувствии человека. И тогда он оценит своё впечатление с помощью не количественных характеристик, а качественных: отлично, превосходно и т.п., как и в случае с салатом: вкусно, пальчики оближешь и др. Но с другой стороны, если речь идёт не об ощущении комфорта или дискомфорта организмом человека, а о процессе сушки какого-либо влажного косного предмета, например, мокрого белья. Я почти уверен, что многие скажут, что для этой процедуры желательна высокая температура и хороший ветер. Но ведь хорошо известен и другой способ сушки, когда мокрое бельё развешивают на улице зимой, не обращая внимания на мороз, а даже радуясь ему, т.к. в мороз воздух, как правило, бывает сухим. Вода в белье замерзает, а затем вследствие процесса сублимации, т.е. фазового перехода из твёрдого состояния в газообразное, минуя жидкое, покидает мокрую ткань. Бельё высыхает довольно быстро и здесь главную роль играет не ветер, а сухой морозный воздух.

Таким образом, синергизм придаёт системе (безотносительно к её природе) иные свойства и функции, которые не следует однозначно оценивать с помощью терминов полуколичественного сравнения: больше или меньше, быстрее или медленнее, твёрже и мягче и даже хуже или лучше. Образно говоря, синергизм есть «сплав» качеств всех компонентов и факторов, которые не конкурируют друг с другом, подавляя и вытесняя свойства соучастников системы, но создают новый объект или явление. А уж оценка этого факта даётся человеком: ведь не всегда то, что *меньше* прежнего, *хуже* его, а *твёрже* – значит *лучше*. Всё зависит от людских намерений. Вот ещё три примера проявления синергизма из разных сфер интересов человека.

1. В медицине давно используются многокомпонентные лекарства, например, водно-спиртовые настои и микстуры, включающие несколько разных химических веществ и сборов в основном растительного происхождения (плоды, цветы, листья, корневища). Сложный состав лекарства оправдывается более надёжным или более быстрым эффектом излечения заболевания или хотя бы его облегчением. Собственно говоря, и *заболевание* – это тоже системный феномен, в котором объединяются следствия нарушения функций нескольких органов. Происхождение боли может быть очень разным, поэтому и устранение её достигается неодинаковыми средствами. Так, хорошо известный пенталгин, болеутоляющее лекарство, включает пять компонентов: амидопирин, анальгин, кодеин, фенобарбитал и кофеин-бензоат натрия. Подобные случаи синергизма воспринимаются как *усиление лекарственных средств*.

2. В практике инструментовки музыкальных произведений для того или иного состава инструментов оркестра (симфонического, духового, джаза и пр.) нередко используется приём исполнения «в унисон», т.е. «нота в ноту» неких музыкальных фраз, мелодий и др. разными инструментами и одновременно. Такое смешанное звучание музыканты называют *микстурой*, понимая её не как метафору, а обращаясь к исходному значению этого слова [< лат. mixture соединение, смесь]. Например, окраска звучания (тембр) флейты и гобоя у каждого этого «деревянного духового инструмента» (по классификации состава оркестров, хотя флейты уже давно металлические) очень характерна и её ни с чем не спутаешь. Но их унисон создаёт совершенно новый характер звука, где вклад флейты и гобоя трудно различим. Это тоже пример синергизма на сей раз в акустическом феномене, в музыке, что создаёт совершенно новое и, как нынче выражаются, – эксклюзивное впечатление от этого приёма и *усиление ощущения удовольствия*.

3. В типографическом деле раньше для ручного набора текстов применялись типографские литеры, представляющие собой металлические брусочки (прежде их делали из дерева), на верхнем торце которых находилось реальное (печатающее) изображение буквы или знака. Эти литеры изготовлялись из особых сплавов (гартов) разного состава, включающих свинец, сурьму и олово. Полученные изношенные шрифты после использования набора обычно переплавляли и изготовляли литеры для нового текста Температура плавления типографского гарта была ниже, чем у каждого компонента сплава, что делало ра-

боту наборщиков менее трудоёмкой и более сподручной. Но в этом случае синергизм нельзя истолковывать как *усиление свойства системы*, ради чего изготавливался сплав: ведь в итоге температура плавления сплава *понизилась*. Это следует воспринимать как положительное достижение полиграфической техники, что выражается в усилении *эргономического эффекта*.

«Под эргономикой [гр. ergon работа + nomos закон] понимается область знания, комплексно изучающая трудовую деятельность человека в системах «человек – техника – среда» (СЧТС) с целью обеспечения её эффективности, безопасности и комфорта. Первой и главной целью эргономики является повышение эффективности СЧТС, под которой понимается способность достигать поставленной цели в заданных условиях и с определённым качеством» [256].

Таким образом, подчеркнём ещё раз, синергизм представляет собой «созвучие», гармоническое соединение свойств и факторов компонентов системы без эффектов их противостояния друг другу с целью взаимного ослабления или тем более уничтожения во что бы то ни стало, а наоборот – ради достижения нового феномена, демонстрирующего новые привлекательные качества.

При факторном анализе природных систем синергизм выявляется как естественно сложившийся *факт*, *состоявшийся без участия человека*. Естествоиспытатели и инженеры в массе своей не имеют привычки приписывать объективным природным процессам неких «заказчиков», преследующих какую-либо цель. В прошлом эту роль выполнял миф [10, с. 10; 30, с. 9; 257-260], а наука, как подчёркивал Поппер, возникла в результате критики мифа, а не только вследствие прогресса её эмпирических методов (см. [261]). Что же касается концепций, разделяемых тремя авраамическими религиями (иудаизм, христианство, ислам) и буддизмом, то я не могут их здесь рассматривать вследствие другого предназначения предлагаемого пособия.

Но иная картина возникает в том случае, когда *системы создаются людьми*. Эта деятельность связана с ясным пониманием *цели* как некоего конечного продукта созидания. Этот продукт, итог приложения ума и рук, тоже не всегда выглядит как вещь, предмет, устройство, т.е. система, на которую можно указать пальцем. Это может быть рецепт, алгоритм, совет, рекомендация, предписание и т.п., предлагаемые для более эффективного выполнения тех или иных мероприятий. Так с моей точки зрения выглядят «системные ансамбли» (рискну использовать эту метафору), когда для достижения *цели* в любой сфере деятельности исторически возникает и затем сохраняется в культурной сфере (или специально организуется) одновременное, «параллельное» функционирование разных по своей природе факторов. Вот два понятных примера: песенное народное творчество как сопровождение трудовой деятельности, в особенности монотонной (фольклор прядильщиц, «Лучинушка», «Эй, ухнем» бурлаков и др.), и жанр «кабаре», где осуществляется системный ансамбль нескольких факторов переноса (см. раздел 3.3) – вкусная еда и интересное зрелище, сопровождаемое приятной музыкой и «песенками», шансоном, не напрягающими разум и душу.

Но невозможно представить себе вечер, проведённый в ресторане, прослушивая Седьмую симфонию Шостаковича и поедая, скажем филе барашка по-новозелландски. Или, наоборот, придя в филармонию, чтобы испытать возвышенное удовлетворение и просветление, слушая «Реквием» Моцарта или Верди и одновременно хрустя попкорном. Сам по себе попкорн не плох, он вполне терпим при просмотре сериалов, но в филармонии неуместен. И не потому, что «так не принято», а потому, что душа воспротивится.

Кроме «системных ансамблей», когда имеет место параллельное сочетание факторов, существуют и так называемые «системные эстафеты», когда *цель* как итог созидания достигается через ряд последовательно решаемых *задач*. Если автор этой деятельности человек, то её природа не вызывает глубинного непонимания, так как люди всегда организовывали системную зону комфорта как оптимальную экологическую нишу для обеспечения необходимых и достаточных условий жизнедеятельности и защиты от вредоносных факторов. (Иерархия основных потребностей человека интересно и убедительно рассмотрена Абрахамом Маслоу [262, 263].)

Здесь уместно вспомнить высказывание советского биофизика Льва Александровича Блюменфельда: «Когда физик имеет дело с «обычными» системами, он всегда задаёт два вопроса: «как» и «почему». Но когда мы имеем дело с живыми системами, мы можем задать третий вопрос: «зачем»?» (цит. По [256]. А Карл

Поппер в рамках своей концепции «трёх миров» (см. раздел 7.1) не ставил вопроса о происхождении вопрошающей (познавательной) активности человека. Он рассматривал проблемы в качестве обитателей «третьего мира», мира надличностного знания, но его биологический подход к этим обитателям заимствуется из природы («первого мира»). С точки зрения Поппера «… все организмы постоянно, днём и ночью, решают проблемы. <…> Существует в основном одна проблема – проблема выживания» [93, с. 539, 541]. В то же время немецкий мыслитель и философ Освальд Шпенглер (1880-1936), автор знаменитой книги «Закат Европы», писал, что «… животное просто «*живёт*», оно не думает о жизни. Однако безусловное господство глаза заставляет жизнь предстать в качестве жизни зримого существа в свете, и тотчас связанное с языком понимание образует *понятие* мышления, а в качестве *противоположного – понятие* жизни, и в конце концов приходит к различению жизни как она есть и какой она должна быть. (Курсив автора, – Ю.Е.) [265]. Впрочем здесь не место обсуждать происхождение вопрошающей деятельности человека. Глубокий анализ этой проблемы предложен в монографии [266].

Если рассматривать феномен синергизма как продукт взаимодействия системных факторов, то после выполнения всестороннего анализа, давшего ответы на вопросы, обращённые к соседним подсистемам или надсистемам (носителям и источникам этих факторов) – «что», «как», «каким образом» и даже «почему», всё равно останется несводимое к единому понимание *цели* этого феномена. Одно дело, когда синергетический эффект обнаруживается, изыскивается, специально создаётся, конструируется не только человеком, но и, как говорил Блюменфельд, живыми системами, когда есть его «заказчик» и автор, то можно задать вопрос и «зачем» («для чего», «с какой целью»). Но если это имеет место во внешнем косном мире, когда нет ни одной явно заинтересованной подсистемы, то ни в механике, ни в физической химии, не выходя за границы их концепций, ответа не найти. Конечно, авраамические религии в конечном итоге всё могут свести к замыслу Бога, но естествознание пока сохраняет свою «автономию». Впрочем, как известно, нидерландский философ Спиноза провозглашал единство Бога и природы, основанное на идее единой вечной и бесконечной субстанции, которая *является причиной самой себе* (causa sui), *существуя сама в себе и представляясь сама через себя*. Иными словами, Спиноза отрицал существование личного внеприродного Бога и истолковывал исходное начало бытия и знания как субстанцию, включающую в себя и Бога, и природу. То есть, включил Бога в *Абсолют* [лат. absolutus, безусловный, неограниченный, безотносительный, совершенный] – «вечную, неизменную первооснову мира, первоначало всего Сущего, которое мыслится единым, всеобщим, безначальным, бесконечным и противостоит всякому относительному и обусловленному Бытию» [267].

Такое объяснение может быть удовлетворит философов, но всякий последовательный естествоиспытатель, оглядываясь на незначительный срок существования современной науки (всего-то четыреста с небольшим лет!), скорей всего не станет погружать как Спиноза Бога в Абсолют, а будет исходить из того, что человеческий разум успел познакомиться только с небольшим перечнем природных факторов, допускающих конкретизацию и метрологически приемлемое измерение.

Если ещё раз взглянуть на корреляции Чижевского, связывающие деятельность Солнца не только с климатическими явлениями в биосфере Земли, но и с различными нарушениями жизнедеятельности человека (вообще говоря, и животных), то становится понятным, что искать причинно-следственные связи в этих корреляциях стали только после того, как создали инструментальную аналитическую технику для идентификации и измерения явлений переноса (см. раздел 3.3) из космоса. Но одно дело – болезни человека, а коллективное поведение больших групп людей (родов, этносов и др.) взялись объяснять историки, социологи, политики и философы, находящиеся у них в услужении. Так, в марксистской политической экономии, науке о развитии общественно-производственных, т.е. экономических отношений людей, классовой борьбе и других социально-динамических процессах, нет ни слова о каких-либо связях между поведением человечества и явлениями в мегамире (ближний и дальний Космос). В рамках диамата и истмата такой вопрос даже и не возникал. Тем не менее, Чижевский не ограничился поиском корреляций между нестабильным Солнцем, земным климатом и процессами в живом веществе (рождение, болезни, смерть).

По словам исследователя творчества Чижевского, действительного члена Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского Леонида Галованова «большое внимание он уделил так называемым психическим эпидемиям, т.е. особому состоянию массового сознания, характеризующемуся однотипными аномальными проявлениями в больших группах людей. По аналогии с инфекционными заболеваниями, периодически охватывающими огромные территории – причём эта периодичность, как уже говорилось, совмещается с солнечной цикличностью, – учёный в терминах эпидемиологии постарался представить не только индуцированные психозы, но и распространение идей, подъёмы и спады разного рода общественных движений, а также бунты, забастовки, эмиграции и т.д. Однако подведение, скажем, социальной революции под понятие психопатологии было некорректно с теоретической точки зрения ввиду смешения разнокачественных феноменов и редукции (т.е. сведения природы явлений высшего порядка к представлениям о явлениях нижестоящего уровня). Это А.Л.Чижевский ощущал и сам, упреждая возможную тенденциозную критику, а также вульгарные упрощения, указывал, что, скажем, для идейных «эпидемий» нужна соответствующая почва: «Необходимо, чтобы семя идеи попало в такую человеческую среду, где будет налицо целый ряд способствующих тому социальных раздражителей, и предрасполагает человеческие массы приходить в движение. <…> Вывод, к которому он пришёл в 1922 г., придав ему статус закона: «*Состояние предрасположения к поведению человеческих масс есть функция энергетической деятельности Солнца*». <…> Не Солнце заставляет людей что-либо делать – к этому понуждают их сугубо земные, социальные обстоятельства, но оно инициирует цепную реакцию действий, конкретный смысл которых к этому моменту вызрел. Оно выводит сложнонапряжённую социальную систему того или иного уровня из состояния относительного равновесия, как бы служит сигналом извне для переключения её в другое качество – именно так срабатывают триггерные устройства от внешнего, подчас весьма ничтожного импульса» [268].

Во всяком случае невозможно проигнорировать выявленную им корреляцию, представленную им в виде параллелизма кривых: пятнообразовательной деятельности Солнца и всемирной военно-политической активности человечества с 1749 по 1920-е годы (см. рис. 8).

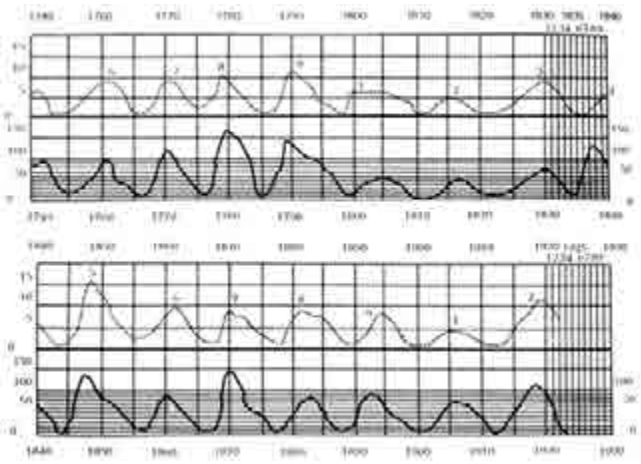


Рис. 8. Параллелизм кривых: пятнообразовательной деятельности Солнца (нижняя кривая) и всемирной военно-политической активности человечества (верхняя кривая) с 1749 по 1920-е годы [255, с. 348].

Такого рода вариант системного анализа официальный марксизм в то время не стал бы обсуждать, так как причины войн и революций уже вскрыты историческим материализмом, и искать какие-то связи с Космосом могут только астрологи. Тем не менее, во второй половине 20-го века сложилось междисциплинарное научное направление – социобиология (в основном в США). С точки зрения истмата это был пример биологизма, основанного на механическом перенесении законов биологии на жизнь человеческого общества, т.е. своего рода марксистская ересь. Основоположником социобиологии считают зоолога Э. Уилсона, который сформулировал основные положения этого учения, соединив концепции естественных и гуманитарных наук. С его точки зрения основная проблема социобиологии сводится к вопросу о существовании генетической предрасположенности вхождения индивида в тот или иной класс или социальную группу и выполнении им своих социальных ролей. При этом в расчёт принимались не только данные генетики, но и эволюционной теории, этнографии, социальной психологии и других наук о человеке. Концепции этого учения пересекались с идеями *евгеники* [<гр. eugenēs благородного происхождения, породистый], направления прикладной генетики, рассматривающего проблемы здоровья человека, связанные с наследственностью, возможные методы влияния на эволюцию человечества

для совершенствования его природы, в частности, сохранения и развития одарённости.

Впрочем далеко не новую проблему сопоставления гениальности и помешательства, а также истоков преступности на изломе 19-го и 20-го веков исследовал итальянский психиатр и криминалист Чезаре (Цезаре) Ломброзо (1835-1909), который собрал богатую фактологию биографий, автобиографий, анкет, произведений и т.п. людей самых разных психотипов – от гениев, «пророков» и революционеров до обычных помешанных и преступников с различной психической патологией. Соответствующие социальные отклонения он связывал с влиянием атмосферных и метеорологических явлений, расового происхождения и наследственности [269, 270]. По сути это был метод, в последующем развитый Уилсоном.

Кроме того, вышедший в начале 20-го века двухтомный труд Освальда Шпенглера (он был уже упомянут выше) «Закат Европы» имел шумный успех, хотя многие называли его «Реквием по Западу», поскольку изложение носило печальный характер вследствие бесперспективности социального и культурного прогресса. Макс Нордау (Симон Зюдфельд), австро-венгерский врач по образованию, ученик Ч. Ломброзо, сделал попытку интерпретации «Заката Европы», издав труд, названный им «Вырождение», где он возложил ответственность за эпоху декаданса на кумиров своего времени – Ф. Ницше, Л. Толстого, П. Верлена, О. Уайльда и др., представляя их вклад в культуру парадоксальным образом. Вот его прогноз 20-го века:

«Итак, общество переживает тяжёлую умственную болезнь, нечто вроде чёрной чумы вырождения и истерии. <…> Вместо нынешних трактиров возникнут особые заведения потребителей эфира, хлорала и гашиша. <…> Число людей с извращённым половым чувством настолько увеличится, что они образуют в палате депутатов отдельную партию и проведут закон, разрешающий лицам одного пола вступать в брак. <…> Умственное образование будет почти совершенно вытеснено из школ … в театрах же будут нравиться лишь пьесы откровенно эротического характера и кровавые преступления. <…> Книги в настоящем своём виде выйдут из моды. Они будут печататься не иначе как на чёрной, голубой или золотисто-жёлтой бумаге другой краской; текст будет состоять из бессвязных слов или слогов, даже просто букв или цифр с символическим значением, которое читатель будет угадывать … и т.д., и т.п.» [271].

Это исследование было написано более ста лет назад. В русском переводе издано в 1896 г., а впервые переиздано в 1995 г.

Философы, политики, естествоиспытатели и другие «просвещённые» деятели этой переломной эпохи, знакомые с марксизмом, науками о Земле, астрофизикой и генетикой, считали, что социальный и технический прогресс обеспечивается открытиями, сделанными «на стыке наук». Так, достижения генетики, открывшие пути и способы управления наследственными признаками, вселили уверенность у части общества, что на основе законов евгеники можно надёжно поддерживать и совершенствовать наследственное здоровье человека. Но в то же время её идеи были восприняты адептами расизма, породившего «чуму» 20-го века – фашизм, национал-социализм и другие изуверские доктрины. Войны, бунты, восстания и другие кровавые противостояния на Земле были всегда. Их относительно воспроизводимая регулярность очевидна хотя бы из корреляций Чижевского (рис. 8), но причины возникновения этих массовых движений нельзя свести только к первым этажам иерархии потребностей Маслоу [272].

Самоактуализация
В признании
Социальные
В безопасности
Физиологические

Иерархия потребностей

История знает много смут, расколов в религиозной сфере, стычек и войн, не всегда, очевидно, связанных с нехваткой основных жизненных ресурсов. Здесь не место углубляться в мировую историю, лучше обратиться к таблицам Чижевского [255]. А в наше время, когда наряду с неутихающими конфликтами в мире ислама, втянувшими Израиль, в относительно благополучных обществах, где никто не умирает с голоду и не терзается несовпадениями своих философских взглядов с ближайшими соседями, говорящими на том же языке и разделяющими те же социально-политические мифы, возникли фанатские движения, перерастающие в некое подобие бунтов прошлого. Это массовый «адреналиновый взрыв» на ровном месте, который доступен пониманию только на самом верхнем этаже

пирамиды Маслоу. Фанаты, как орды дикарей, не просто «акустически» противостоят друг другу, но и нередко занимаются членовредительством. А причина этого заключается в неудовлетворённой *самоактуализации*. Вот как определяется это понятие в современной психологии: «Самоактуализация – стремление человека к возможно более полному выявлению и развитию своих личностных возможностей» [230, с. 579]. До сих пор её проявление в качестве основного мотивационного фактора по-разному трактуется сторонниками бихевиоризма и фрейдизма, Абрахамом Маслоу и Роджерсом (американский психолог, один из создателей гуманистической психологии). Рассматривая эту проблему на фоне корреляций Чижевского (рис. 8), я предпочитаю концепции бихевиоризма [англ. behaviour поведение]. Это направление в современной психологии, отрицающее сознание как предмет научного исследования и *сводящее психику к различным формам поведения, понятого как совокупность реакций организма на стимулы внешней среды*. (Более подробно и доступно это изложено в [230, с. 52].)

* * *

Подведём итоги очередного «погружения» в межпредметные научные сферы.

1. Таким образом, с явлениями синергизма человек сталкивается повсеместно, контактируя со сложными системами, занимаясь системным анализом и синтезом, решая как фундаментальные, так и прикладные задачи, принимая в расчёт происхождение, природу, источники и приёмники всех факторов переноса (см. раздел 3.3), идентифицируя их, измеряя и пытаясь дать оценку их вклада в качество и особенности как «анатомического», так и «физиологического» своеобразия системы. Синергизм как эффект внутрисистемных и межсистемных взаимодействий может иметь разное происхождение.

С одной стороны, он может явиться результатом естественноприродных процессов, развившихся ещё в доантропные эпохи как в живой, так и в неживой природе. Например, все виды *симбиоза* [гр. simbiōsis совместная жизнь], известные биологам и составляющие симбионтные системы, заключаются в том, что один из партнёров (или оба) в определённой степени возлагают на другого (или друг на друга) задачу оптимизации своих отношений (связей) с внешней средой. Сами *симбионты* (члены симбиоза) могут обладать противоположными признаками: одни подвижные, другие ведут прикреплённый образ жизни, одни способны себя защитить, другие лишены средств защиты и т.п. Таким образом, совместная жизнедеятельность симбионтов предоставляет выигрыш в борьбе за существование. Классический пример симбиоза – лишайники, образованные различными группами грибов (микробионтов) и водорослей (фикобионтов). Раньше этот симбиоз рассматривали как предоставление взаимных «услуг»: гриб «снабжает» водоросль водой, неорганическими солями, а водоросль «обеспечивает» гриб органическими веществами. Но сейчас считается, что отношения между грибом и водорослью основаны на паразитизме, особенно сильным со стороны гриба, который использует также отмершие клетки водоросли.

2. Однако, с другой стороны, в рамках техносферы (Третьей природы), а также в результате вмешательства человека в «первозданную» Первую природу и формирование культивированной Второй природы [15, с. 404] постоянно возникают сложные материальные системы, включающие синергетические эффекты. В далёком прошлом такого рода объекты без сомнения были продукцией случайного сочетания вещей, веществ и факторов, выявленного внимательными глазами неизвестных гениев, хотя все мифы и предания старины всегда упоминали неких «учителей» полубожественного происхождения (Прометей и подобные ему персонажи). Во всяком случае, сложно представить себе «первопроходцев», выплавивших первую бронзу в глубокой древности, и даже создателей булатной стали, полученной значительно позже, которые осуществляли эти «системные ансамбли» и «системные эстафеты», руководствуясь какой-то сверхинтуицией. Всё-таки технология преобразования материальных объектов с целью обнаружения синергетических эффектов существенно отличается от технологии невещественной культурной продукции. Так, известен ответ Моцарта на вопрос – «как он сочиняет музыку». Я, говорил он, её не сочиняю, я просто записываю то, что слышу. Так могли бы ответить и древнегреческие композиторы, которые не сомневались, что такой музыкальный «диктант» организуют музы, в частности, Полигимния, покровительница гимнов и пантомимы. Но уже в наше время вряд ли кто-то изыскивает инновации методом проб

и ошибок в инженерной деятельности. Даже писателей и композиторов тоже стали учить, хотя ещё не перевелись выдающиеся самоучки-самородки.

3. Ещё один комментарий, поясняющий неологизмы – «системные ансамбли» и «системные эстафеты».

«Системный ансамбль» – это взаимопересечение, согласованное функционирование, гармоническое объединение компонентов и факторов, наблюдающееся в любой сложной системе безотносительно к её происхождению. Итогом этого взаимодействия, как правило, является синергетический эффект, сообщающий системе новые качественные черты, отсутствующие у её компонентов (подсистем), или взаимоусиливающий их вклад. Этот феномен наблюдается как в природных системах, так и в культурных техносферных объектах, созданных человеком. Свойства таких систем, как правило, слабо зависят от времени, что характерно исключительно для живых систем – отдельные организмы или их сочетания (популяции, стаи, сообщества, этносы, государства, империи, альянсы и т.п.). Причины их распада разнообразны, но всегда связаны с изменением характера динамики явлений переноса, связывающих их подсистемы.

Одной из причин такого изменения может быть эффект *катастрофы* [<гр. katastrophē ниспровержение, переворот, гибель]. Этот термин не нов и первоначально относился к описанию событий с фатальными последствиями, типичен для мифологий древности, текстов мировых религий и т.п. В естествознание это понятие ввёл Ж. Кювье, основатель палеонтологии. «Исчезновение одних видов ископаемых организмов и появление новых форм в последовательно расположенных слоях земной коры Кювье объяснил катастрофой и последующим творческим актом восстановления жизни. В результате «последней катастрофы» образовались современные материки и появился человек» [273]. Современная теория катастроф получила развитие во второй половине 20-го века в форме универсального математического метода исследования скачкообразных переходов (изменений), возникающих в виде внезапного «ответа» системы на плавное изменение внешних условий. Основные черты катастрофы – её непредсказуемость, одномоментность (скачок, срыв, развал и др.) и необратимость. Однако это «плавное изменение» не всегда бывает очевидным и контролируемым, как, например старение организма или износ деталей механизма. Так, все катастрофические события, имевшие место в истории Земли, вряд ли можно связать с неким «плавным изменением» динамической картины ближнего Космоса. Как заметил один из отечественных математиков Владимир Игоревич Арнольд (1937-2010), «математическое описание мира основано на тонкой игре непрерывного и дискретного. Дискретное более заметно». Он написал «Теорию катастроф», небольшую книгу, рассчитанную на читателя-нематематика, в которой рассмотрены примеры самого разного происхождения. В частности, был дан анализ нашей социально-политической *перестройки* как перехода от административной системы к рыночной экономике [274]. Кроме этого существует фундаментальный труд, включающий основное содержание докладов учёных из США, Великобритании, Канады и Швеции, прочитанных на симпозиуме в Океанографическом институте Вудс-Хола, США. Как указано в аннотации, «материалы книги воспринимаются как призыв к кардинальному изменению геологического мышления, не менее глубокому, чем то, какое связано с разработкой теории тектоники плит» [275].

Следует подчеркнуть ещё раз, – «системный ансамбль» является *уже сформировавшимся продуктом* переноса и взаимодействия всех факторов подсистем. Однако немаловажно и знание *истории формирования этого продукта*. Так как любая цель как конечный этап «физиологической» функции системы (создание её структуры, состояния и пр.) достигается путём прохождения последовательных шагов (процессов, актов, мероприятий и др.), что можно было бы назвать «решением задач», то и при анализе и истолковании природных процессов, и в организации инженерной и социально-политической деятельности нельзя игнорировать эту последовательность. Иными словами, нельзя начинать строительство дома с крыши.

Такого рода истории относятся к «системным эстафетам». Примером естественноприродного процесса является *суксцессия* – процесс и понятие, находящееся в центре экологического учении о развитии и эволюции экосистем.

• Суксцессия [< лат. successio преемственность] – последовательная смена во времени одних биоценозов другими на

определенном участке земной поверхности. Её прохождение определяется следующими тремя чертами: 1) упорядоченное развитие сообщества, вызванное изменениями во времени видовой структуры вследствие протекающих в сообществе процессов; это развитие определённым образом направлено и поэтому предсказуемо; 2) суксцессия есть результат изменения физической среды под действием сообщества, контролируется им, несмотря на то, что именно физическая среда определяет ход и характер суксцессии, скорость изменения и нередко устанавливает пределы этого упорядоченного развития; 3) итогом развития является стабилизированная экосистема, в которой на единицу имеющегося потока энергии приходится максимальная биомасса (или высокое содержание информации) и максимальное число *симбиотических связей* между организмами.

«Последовательность сообществ, сменяющих друг друга в данном районе, называется суксцессией; более или менее переходные сообщества называются по-разному: *последовательные стадии*, *стадии развития*, *стадии первых поселенцев* (курсив автора – Ю.Е.). <…> Замещение видов в суксцессиях вызывается тем, что популяции, стремясь модифицировать окружающую среду, создают условия, благоприятные для других популяций; это продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие между биотическим и абиотическим компонентами. Одним словом, «стратегия» суксцессии как быстро протекающего процесса (в сравнении с историей биосферы, – Ю.Е.) в своей основе сходна со «стратегией» длительного эволюционного развития биосферы: усиление контроля над физической средой (или гомеостаз со средой) в том смысле, что система достигает максимальной защищённости от резких изменений среды. Развитие экосистем во многом аналогично развитию отдельного организма» [276].

Здесь уместно добавить мнение Н.Ф. Реймерса, известного советского биолога, занимавшегося межпредметными научными связями: «Смена фаз суксцессии идёт в соответствии с определёнными правилами. Каждая фаза готовит среду для возникновения последующей. Тут действует *закон последовательности прохождения фаз развития* (см. ниже. – Ю.Е.). Существует тенденция считать, что этот закон в рамках суксцессионного процесса не действует или не обязательно действует. При этом происходит смешение понятий естественного развития и смены экосистем и искусственной культивации, в основном леса. Нередко, оставив экосистему в рамках полуестественного развития и только посадив саженцы лесной породы, хозяйственник не получает ожидаемого эффекта – посадки гибнут. При этом причины могут быть самыми различными, но всегда они связаны с неподготовленностью желаемой фазы развития реальной предыдущей» [277, с. 124].

«Если проследить линии индивидуального развития множества типов систем, то нетрудно убедиться в том, что биогенетичекий и геогенетический законы имеют много аналогов. *Сходным образом развиваются экосистемы в ряду суксцессий, происходит познание мира ребёнком, идёт развитие техники и так далее* (курсив мой, – Ю.Е.). Закреплённость пути индивидуального развития совершенно очевидна – путь от старости к молодости, а не наоборот, заказан и закреплён эволюционно-исторической «памятью» системы. Функциональные изменения следуют проверенным длинной серией проб и ошибок путём. Отсюда *закон последовательности прохождения фаз развития* (курсив автора, – Ю.Е.): фазы развития природной системы могут следовать лишь в эволюционно и функционально закреплённом (исторически, эволюционно, геохимически и физиолого-биохимически обусловленном) порядке, обычно от относительно простого к сложному, как правило, без выпадения промежуточных этапов, но, возможно, с очень быстрым их прохождением или эволюционно закреплённым отсутствием. Насильно убрать какую-то из фаз развития практически невозможно. Иногда доступно её несколько сократить во времени. Нельзя существенно отклонить и направление развития. Можно лишь его задержать, даже отсечь какие-то последующие фазы, … но не качественно изменить. Доступно и некоторое ускорение процесса путём регуляции внутренних взаимосвязей» [277, с. 51]. (Примечание: биогенетический закон сформулировал Э. Геккель, а геогенетический Д.В. Рундквист).

• Другой пример «системной эстафеты» относится к межпроблемной деятельности человека, связывающей инженерный, научный (химико-аналитический, экологический, медико-санитарный), педагогиче-

ский и экономический этапы (вклады) при решении комплексной проблемы – «охраны природы» (я предпочитаю использовать понятие «рациональное природопользование») [278].

Присутствие человека в биосфере и его деятельность – культурное преобразование Первой природы, возникновение Второй и создание Третьей – приводит к появлению биогеохимической проблемы – техногенному рассеянию вещества, которое присоединяется к естественноприродным процессам рассеяния, имевшим и имеющим место без участия человека. Рассеиваемое вещество классифицируется в соответствии с иерархией сложности, начиная с изотопного уровня (учитываются как стабильные, так и радиоактивные изотопы), элементного, молекулярного вплоть до высокомолекулярных (полимерных) соединений и коллоидов. Явление рассеяния вызывает ряд изменений качественных характеристик подсистем биосферы, которые с точки зрения интересов человека могут рассматриваться как неблагоприятные.

В связи с этим возникает проблема «охрана природы», сводимая к формулированию следующей *цели*: поддержание состава, структуры, состояния («анатомические» характеристики), а также всех динамических процессов («физиологические» характеристики) биосферы на уровне, не ухудшающем качество жизни человека. (Здесь нужен небольшой комментарий. Обычно считают, что цель охраны природы *экоцентрическая*, осуществляемая в «интересах» природы. На самом же деле и эта цель – антропоцентрическая, т.к. все охраняемые свойства природной среды рассматриваются с точки зрения интересов человека, а, скажем, не ворон, медведей или тараканов, которые выжили в геосистемных катастрофах прошлого, когда погибли их современники динозавры.)

Для понимания смысла этого целеполагания лучше сосредоточиться на обсуждении качества только одной подсистемы – гидросферы, ограничившись проблемой чистой воды. Перечислим эти научные, технические, юридические и педагогические проблемы, процессы и задачи, связанные с обеспечением населения чистой потребительской водой.

1. Техногенное рассеяние природных веществ.

Рассеяние радионуклидов природных семейств урана – радия и тория. Проблема радона и торона (^{220}Rn).

Рассеяние тяжёлых цветных и редких металлов, слежение за которыми рекомендовано Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и другими органами ООН: Pb, Cd, Hg, а также Cu, Sn, V, Cr, Mo, Mn, Co, Ni, Sb, As и Se. Это рассеяние оценивается в основном в элементной форме безотносительно к виду соединения. Но в ряде случаев подчёркивается форма состояния элементов (например, степень окисления, когда сообщаются сведения о содержании «шестивалентного хрома»).

Рассеяние на вещественном уровне. Чаще всего касается нефти и простейших нефтепродуктов (например, мазута).

2. Техногенное рассеяние искусственных веществ.

Штатное рассеяние искусственных радионуклидов на АЭС: ^{137}Cs, ^{60}Co, ^{3}H и др., аварийное рассеяние продуктов деления тяжелых ядер, изотопов трансурановых элементов и продуктов активации нейтронами конструкционных материалов и рабочих тел (аварии на комбинате «Маяк» в 1957 и 1967 гг., загрязнение Ольховского болота около БАЭС, Чернобыльский «след», авария на Фукусиме и др.)

Штатное (допускаемое и неконтролируемое по выбросу) и аварийное рассеяние синтетических веществ, не встречающихся в природе (ксенобиотиков); специально синтезируемые: гербициды, инсектициды, фунгициды, моющие средства и др.; вещества, сопровождающие синтез и другие технологические операции: галогеноуглеводороды, диоксины, фураны, гетероциклические соединения и т.п.

3. Процессы естественного (природного) ослабления вредоносного (токсического и пр.) действия техногенно рассеянных веществ на биоту: разложение органических веществ до простейших относительно безвредных соединений, минерализация детрита, разбавление, фиксация донными отложениями и т.п.

4. Поражение (ослабление, мутации) подсистем, осуществляющих минерализацию детрита (простейшие, микрофлора, грибы).

5. Аналитическое слежение за техногенным рассеянием естественных и искусственных веществ: мониторинг (импактный, биологический и др.).

5.1. Слежение с помощью стандартных (утверждённых на государственном уровне) методов.

5.2. Расширение перечня анализируемых веществ и разработка соответствующих новых методов определения.

6. Получение токсикологической информации: установление ядовитых свойств техногенно рассеянных веществ; разработка соответствующих гигиенических нормативов ПДК, ПДВ.

7. Юридическая деятельность в области охраны природы: законодательное утверждение и введение в действие санитарных норм и правил.

8. Изготовление новых и современных средств анализа и мониторинга, организация лабораторий служб и автоматических систем.

9. Разработка и внедрение в быт средств и методов ослабления вредоносного действия техногенных потоков (лекарства, антидоты, фильтры).

10. Санитарное просвещение, поддержание общественного мнения, направленного на повышение качества жизни; функционирование банка экологической информации.

11. Подготовка кадров, способных обеспечить все виды деятельности, связанной с решением фундаментальных и прикладных экологических проблем.

12. Реабилитация биогеоценозов, нарушенных деятельностью человека.

13. Экологизация технологий как модернистская стратегия.

Каждое вышеназванное событие или мероприятие можно обобщенно охарактеризовать не только экономически (в стоимостном выражении – в виде затрат или ущерба), но и указанием отрезка времени его осуществления. Большинство из этих материальных и информационных процессов (будем так называть события и мероприятия 1-13) происходят или регистрируются в региональном масштабе, как вне специальных усилий со стороны людей (спонтанно и неучитываемо), так и преднамеренно, организованно. При этом можно использовать понятия «скорость процесса», «поток» и «плотность потока», которые обосновываются статистически, хотя для обсуждения сути дела в общем достаточно интуитивного понимания. Например, потоки (1) и (2) могут оказаться такими, что процессы (3), которые тоже можно толковать как обобщенный поток будут «отставать» во времени, а с учётом процессов (4) в ряде подсистем биогеоценозов станет наблюдаться «необратимое» накопление тех или иных вредных компонентов на всех вещественных уровнях (на радионуклидном, элементном и собственно вещественном).

Кроме того, вполне допустимо сопоставлять материальные потоки с информационными. Так, если качественное разнообразие поллютантов будет возрастать с большей скоростью, чем люди (в первую очередь специалисты) будут это воспринимать на химическом, токсикологическом и юридическом уровнях (т.е. процессы (5.2) и (6) будут протекать медленнее, чем загрязнение), то все природоохранные мероприятия в лучшем случае будут направлены на принятие мер и осознание ситуации «вчерашнего дня». Например, упоминания о диоксинах и фуранах в санитарной литературе и экологическом законодательстве начали появляться от силы последние 30 лет, но это не означает, что данные разновидности поллютантов не содержались в техногенных потоках намного раньше.

Роль образования в обеспечении процессов (5)-(13) является «ключевой» и не компенсируемой никакими другими факторами. Впрочем, если процессы (8) и (9) можно было бы обеспечить с помощью готовых зарубежных разработок (если они, к счастью, появятся на рынке и будут «по карману» региональному бюджету), то подготовка специалистов в области экоаналитики и прикладной экологии является неизбежной и очень непростой региональной задачей, несмотря на кажущуюся «модность» экологической тематики.

Образование выполняет двоякую функцию. Прежде всего, оно обеспечивает просвещение народа (сообщение немногих сведений многим). Но существует обучение профессионалов для определённых сфер деятельности (сообщение многих сведений немногим). Никакое общество не состоит только из узких специалистов. Все должны понимать, хотя бы в общих словах, суть основных жизненных проблем за пределами собственного разумения. Устойчивое гражданское общество стремится к достижению оптимального соотношения между специальными знаниями части населения, создающей материальные и духовные ценности и «ориентировочным знанием» (выражение Н.В. Тимофеева-Ресовского) всех остальных (тоже специалистов, но в

других областях) как сборным мировоззренческим минимумом. Чтобы человек, как говорил Блез Паскаль, здраво рассуждающий о явлениях определённого порядка, не нёс вздор, когда затрагиваются явления другого порядка.

Человечество необратимо видоизменяет биосферу. Внося в неё всё более значимые техногенные подсистемы, потоки и связи. Но с тех пор, как науку стали признавать самостоятельной производительной силой, упомянутые преобразования во многом перестали носить спонтанный и безответственный характер. Успешность влияния научных рекомендаций на реальное повышение качества жизни, на ослабление экологических проблем связана не только с достаточной просвещённостью общества и с достаточным количеством специалистов, но зависит ещё и от уровня так называемого «общественного настроения».

Все эти категории – просвещённость и настроение многих наряду с профессионализмом немногих и должны находиться в оптимальном соотношении, которое вряд ли может сложиться стихийно. Расчёт на действенность некоего социального гомеостата, который сможет уравновесить спрос и предложение в сфере культуры (в частности в образовании) подобно тому, как это происходит в рынке, в условиях даже самой «совершенной» демократии скорей всего окажется безрезультатным, поскольку основная тенденция демократии – стремление к посредственности.

Итак, обе рассмотренные «системные эстафеты» – суксцессия биоценозов и природоохранная деятельность, – несмотря на их разное происхождение (одна естественноприродная, другая антропогенная), имеют сходные «физиологические» черты. Последовательность актов, шагов, событий, а также мероприятий, задач и др. у них не может быть какой угодно. И если природа сама справляется с организацией суксцессии, не нуждаясь в человеческом «дирижировании», то вторая «эстафета» полностью зависит от «человеческого фактора», как на уровне индивидуальных поступков (например, катастрофа на ЧАЭС), так и в масштабах государственных решений, которые тоже разрабатываются системно (парламенты, министерства, корпорации, фирмы и т.п.). Человечество (в первую очередь, население Европы), находясь с «диалоге с природой», после рождения «современной» науки (эпоха Г. Галилея, Ф. Бэкона, Р. Декарта, И. Кеплера), овладения паром и затем электричеством, стало осуществлять программу *покорения природы*.

Безоглядный и бесконтрольный разгул интересов, направленных на удовлетворение в основном первого уровня потребностей пирамиды Маслоу, привели к ответу покоряемой природы, который на языке кибернетики называется обратной связью. Об этом писал ещё Фридрих Энгельс, которого в основном цитировали как провозвестника «светлого будущего», не обратив внимания на серьёзность его предупреждения: «Не будем, однако, сильно обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из таких побед имеет, правда, в первую очередь, те последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очередь совсем другие, *непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых*» (курсив мой, – Ю.Е.) [279]. Этому мнению созвучны и высказывания Маркса: «Человек живёт природой. Это значит, что природа есть его тело, с которым человек должен оставаться в процессе постоянного общения, чтобы не умереть. <…> Общество есть законченное сущностное единство человека с природой, подлинное воскресение природы, осуществлённый натурализм человека и осуществлённый гуманизм природы» [280].

Предвидеть негативные последствия варварского природопользования «в среднем» страта потребителей не в состоянии, так как многие представители демократически настроенных масс (а в России – большинство) не обращают внимания на «культурные следы» своего пребывания в биосфере (свалки мусора в местах «отдыха» на природе, окурки, фантики, бутылки, пакеты и др. на улицах). Если даже следы хамского отношения к природе, оставляемые *на локальном уровне*, не вызывают тревожных мыслей, то трудно ожидать коллективного воодушевления, направленного на пересмотр потребительской стратегии *на глобальном уровне*.

Тем не менее мероприятия гуманитарного характера (просвещение, подготовка кадров, воспитание – позиции 10 и 11 вышеприведённой «эстафеты»), как правило, отстающие в комплексной реализации природопользования, рано или поздно доходят до сознания тех слоёв общества, где «принимаются решения». В этом отношении показательна критика потребительской стратегии, принадлежащая Римскому клубу, неправительственной меж-

дународной организации (см. [281, 282]). Ещё до начала деятельности клуба весьма разные группы учёных – биологи, медики, экологи, географы – были озабочены получаемой ими информацией о нарастании негативных последствий исключительно потребительского отношения к биосфере. Но разрозненные голоса специалистов разных научных школ и направлений не доходили до умов и душ большинства людей (много ли на свете тех, кто хотя бы знает о существовании академических журналов?) и, в первую очередь, до сознания политиков. Перелом в отношении к клубу наметился только после того, как по счастливому стечению обстоятельств на одной из встреч членов клуба, представителей международной научной элиты, побывал тогдашний федеральный канцлер Австрии Йозеф Клаус, который заметил, что многое из того, что обсуждалось там, находится в сфере внимания его правительства. Как пишет Печчеи, он «… пригласил некоторых членов Римского клуба приехать к Вену и продолжить дискуссию с ним самим и его сотрудниками. <…> Так состоялся первый организованный диалог Римского клуба с политическими лидерами высокого ранга» [281, с. 101; второе издание с.130]. В последующем члены клуба пришли к общему мнению, что «путь к достижению их целей лежит через *предоставление и анализ мировой проблематики с помощью системного использования глобальных моделей*» [там же].

Итак, на смену дискредитированного принципа покорения природы в моду вошли лозунг и концепция *защиты природы*, которые продержались «на плаву» едва ли полстолетия, начиная с середины прошлого века (по крайней мере в нашей стране), так как затратное устранение негативных последствий «диалога с природой» включает экономическое торможение прогресса. К тому же именно в эти годы науки о Земле (в частности, физическая география) и экономика впервые заявили о реальных выявленных и измеренных размерах материальных и энергетических ресурсов, запасённых дальновидной природой.

Концепция защиты природы тоже оказалась неконструктивной. В поисках компромисса между позицией *антропоцентризма* (социального эгоизма) и *экоцентризма* (социального альтруизма) международная научная элита предложила новую концепцию *рационального природопользования*. Она не сводится к реабилитации природных систем, нарушенных эгоистической или некомпетентной деятельностью человека, хотя и не может без неё обойтись, а заключается в экологизации технологий как модернистской стратегии.

Но не следует забывать, что естественноприродные процессы, например, суксцессия биоценозов, протекают в определённой последовательности, подчиняясь системным закономерностям, *которые не придуманы и введены человеком, но открыты им*, а порядок действий в реализации природопользования должен находиться в руках и под контролем просвещённой и ответственной части общества, где «принимаются решения».

Кстати меня всегда удивляло одно обстоятельство. Ведь для того, чтобы получить права на вождение обычных транспортных средств, не говоря уж об аттестации лётчиков или операторов АЭС, претендующие на эти профессии граждане обязательно проходят комплексное медицинское обследование. Но, насколько я знаю, ни один кандидат в депутаты его не проходит; их не касается и фильтр образовательного ценза. Наивно ожидать, что эта страта людей, «принимающих решение», когда-нибудь будет действовать не в рамках и интересах краткосрочного или среднесрочного планирования, а в интересах *коэволюции природы и общества*, (см. [283]), находящейся под контролем всесторонне образованных, компетентных, физически и психически нормальных и высоконравственных членов общества. Но этот идеал организации социумов как результат воплощения ценностей не только либерализма, но и абстрактно толкуемой демократии, недостижим.

Осуществление коэволюции природы и общества заключается в такой организации рационального природопользования, когда все этапы этой деятельности (пункты 5-13 в вышеприведённом примере обеспечении чистой водой) будут синергетически связаны. *Это выражается в минимизации времени информационных переносов между ними даже с желательным опережением*. Например, разработка новых средств и методов аналитики и подготовка кадров, способных не на протестные «экологические акции», а на высококвалифицированную деятельность в области прикладной экологии. Кроме того, поддержание высокого уровня синергизма в этой многопрофильной деятельности должно сопровождаться устранением, а ещё лучше – недопущением проявлений *антагонизма* между этапами

подобной «системной эстафеты». Его источники не новы – это некомпетентность, коррупция, патологически завышенная самооценка и ненасытная алчность некоторой части «слуг народа», которые управляют политикой и экономикой. Иногда складывается впечатление, что их кругозор находится исключительно в пределах первого уровня иерархии потребностей Маслоу.

У Михаила Зощенко в одном из рассказов есть некий персонаж Былинкин, ухаживающий за барышней. И вот, когда они ночью в лесу слушали пение соловья, его спутница, заламывая руки, не раз спрашивала:

– Вася, как вы думаете, о чём поёт этот соловей?

На что Вася Былинкин обычно отвечал сдержанно:

– Жрать хочет, оттого и поёт. (Мих. Зощенко. «О чём поёт соловей»).

Есть некоторое различие «системных эстафет» с участием человека. Один случай только что рассмотрен выше – это реализация природопользования, имеющая свою историю, которая по мнению академика Н.Н. Моисеева должна быть воплощена в форме *коэволюции природы и общества*. Другая разновидность представляет собой все варианты *этногенеза*, т.е. истории происхождения народов. Оригинальная концепция всемирного этногенеза принадлежит Льву Николаевичу Гумилёву (1912-1992), подлинному энциклопедисту, работавшему на стыке нескольких наук – истории, философии, географии, этнографии и психологии, автору оригинальной пассионарной теории этногенеза. Вот в чём она заключается:

«Своеобразие концепции Гумилёва определяется прежде всего её исходными установками: 1) преодолеть понимание исторического как «надпредметного» посредством рассмотрения истории в контексте географических процессов; сфера историко-географических закономерностей связывается Гумилёвым с феноменом этноса; 2) подчеркнуть принципиальную «мозаичность» человечества, лишающую оснований европоцентристское разделение народов на исторические и неисторические, передовые и отсталые; исторические свершения связываются Гумилёвым не с прогрессом единой человеческой цивилизации, а с активностью дискретных образований – этносов; 3) акцентируя неоднородность исторического времени, сосредоточить внимание на экстраординарных всплесках человеческой активности, имеющих огромные исторические последствия (например, завоевания Александра Македонского или Наполеона), но загадочных по своим источникам и до сих пор не нашедших вразумительного объяснения; (это обстоятельство перекликается с корреляциями Чижевского, хотя, насколько я могу судить, Гумилёв и Чижевский нигде друг друга не цитировали и даже не упоминали, – Ю.Е.); 4) свести различие между гуманитарным и естественнонаучным знанием к различию в степени достоверности, ориентироваться на исследовательские стандарты и понятийный аппарат естественных наук; этнос трактуется Гумилёвым как природное (хотя и не биологическое) явление. <…> Этнология, разработанная Гумилёвым, подчёркнуто и последовательно еретична – им отвергаются все выделяемые традиционной наукой признаки этноса: язык, особенности культуры, этноним, самосознание, единство происхождения. Единственным реальным этнодифференцирующим признаком Гумилёв считает этнический стереотип поведения, за которым стоит гипотетическое «этническое поле». Этнос трактуется им как энергетический феномен, связанный с биохимической энергией живого вещества, открытый Вернадским. Способность этноса к совершению работы (в физическом смысле – походам, строительству, преобразованию ландшафта и т.п.) прямо пропорциональна уровню «пассионарного» напряжения. «Пассионарность» определяется Гумилёвым как способность и стремление к нарушению инерции агрегатного состояния среды. Проявления пассионарности легко отличимы от обыденных поступков, продиктованных инстинктом самосохранения, – они стихийны и могут быть *саморазрушительными*. Индивиды-пассионарии (в просторечии – «великие люди») посредством пассионарной индукции «заражают» своих соплеменников, обеспечивая высокий уровень пассионарного напряжения этноса в целом. Универсальная схема этногенеза включает в себя пассионарный толчок, рождающий новую этническую систему, и инерционное движение растраты полученного энергетического импульса – к состоянию гомеостаза (равновесия с окружающей средой). Анализ географии процессов этногенеза … приводит Гумилёва к гипотезе о *внепланетном происхождении пассионарных толчков*» [284]. (Курсив мой, – Ю.Е.).

Всё-таки одно дело – коэволюция природы и общества, требующая на всех этапах «эстафеты» синергетических сцеплений, устраняющих и (в идеале) не допускающих появления *антагонистических* факторов. Ведь эта коэволюция как некая новая социально-экономическая и социально-политическая программа, пришедшая на смену планам построения реального коммунизма, не может осуществляться стихийно. Она нуждается в руководящей роли упомянутых «великих людей», которые не только пассионарны, как горьковский Данко, но и просвещены, мудры и дальновидны, как тот же Вернадский, Печчеи, Пригожин, Моисеев, Чижевский, Гумилёв. (Я бы хотел добавить «и др.», но этот перечень как-то иссяк, не подпитываясь потоком «звёзд» науки; теперь у нас «звёзды зажигают» только на эстраде, потому что «это кому-нибудь нужно», как точно подчеркнул Маяковский почти век назад).

Но совсем другую картину обсуждал Гумилёв, рассматривая этапы этногенеза в качестве звеньев «системной эстафеты». В обоих случаях присутствует роль «великих людей», но вершители этногенеза не всегда являются носителями глубоких идей (тот же Александр Македонский или Тамерлан). Поэтому такого рода «эстафеты», вдохновляемые и руководимые ими, могут оказаться *саморазрушительными*. Таким лидерам этногенеза часто не хватает просвещенного и дальновидного разума, и их нравственный уровень нередко бывает ущербным.

А провозвестники рационального природопользования, говорившие «что и как надо делать», чтобы достичь, если и не консенсуса, то хотя бы компромисса в диалоге с природой, сами далеко не всегда способны внушить своим социумам убеждение именно в таком выборе стратегии жизнедеятельности. Они могут изучать состояние биосферы, хорошо ставить диагнозы и предлагать не пустословные, а глубоко продуманные пути оптимизации диалога с природой. Они – члены «генерального штаба» (национальные академии наук, международные научные сообщества и др.), а роль «полководцев» должна принадлежать просвещённым пассионариям.

В недавнем прошлом в нашей стране было немало носителей идей «единственно верного учения», которые гнобили генетику, кибернетику, уничижали Богданова, игнорировали Чижевского и т.п., но зато знали «что и как» надо делать, правда, в «общих чертах». Например, вот такой продукт мыследеятельности: «Как же бороться с негативными последствиями научно-технической революции? Решение проблемы лежит, очевидно, в создании такой окружающей среды и таких социальных условий жизни человека, которые не только не уничтожают социальной гармонии, гармонии человека с природой, новых великих научных и технических достижений, а, наоборот, будут всячески содействовать им» [285]. Так сказать, очень глубокая и продуктивная рекомендация. В своё время проще и понятней сказал Козьма Прутков: «Если хочешь быть счастливым – будь им».

7.3.2.4. АНТАГОНИЗМ

[<гр. antagōnisma спор, борьба] – явление и состояние, противоположное синергизму, когда внутрисистемные и надсистемные факторы переноса взаимно ослабляют свой вклад, вследствие чего система может измениться как в «анатомическом», так и в «физиологическом» отношении. При этом обычно говорят о «гибели» системы, хотя следует говорить, что она может стать или уже стала *другой*. Если оставаться в рамках концепций естественных наук, то постановка вопроса о том, как относиться к *другому* её состоянию (положительно, отрицательно, безразлично, с сожалением и др.) выглядит неуместной, поскольку переносит факт этого изменения и подобные оценки в область *теории ценностей* (*аксиологии*). Лучше рассмотреть ряд примеров, которые помогут выстроить представление об источниках появления и действия антагонистических факторов. Это могут быть по аналогии с рассмотренными выше примерами синергизма «системные ансамбли» и «системные эстафеты», включающие взаимодействие антагонистических факторов. Причём в одном случае эти эффекты не связаны с непосредственным участием человека (если система природная или техногенная), то в практике природопользования, которая по определению предполагает активное его участие, в прикладной и социальной экологии и, тем более, в экономике, число примеров с антагонистическими эффектами продолжает расти. Рассмотрим несколько примеров.

1. *Парадокс кумулятивности*. Одно из значений понятия «парадокс» [<гр. paradoxos неожиданный, странный] – неожиданное явление, не соответствующее обычным представлениям, а кумуляция [<лат. cumulatio увеличение,

скопление] – термин многопрофильный (например, страховое дело, взрывотехника), но в медицине означает накопление в организме некоторых медленно выводящихся или разрушающихся лекарственных средств и вследствие этого усиление действия лекарства, могущее вызвать тяжёлые осложнения. Любой живой организм, присутствующий в экосистеме, участвует в процессе обмена веществ, что представляет собой единство *ассимиляции* [< лат. assimilatio уподобление, сходство] и *диссимиляции* [< лат. dissimilatio расподобление]. Правда, эти понятия латинского происхождения имеют многопрофильное применение, а не только биологическое. Поэтому лучше использовать другие термины: *метаболизм* [< гр. metabolē перемена] – *обмен веществ*, совокупность процессов *анаболизма* [<гр. anabolē подъём] – синонима ассимиляции и *катаболизма* [< гр. katabolē сбрасывание вниз] – синонима диссимиляции. Метаболизм – сложный биохимический процесс, но на уровне баланса потоков какого-либо одного химического элемента или изотопа его можно доступно истолковать. Так, например, содержание натрия, калия или железа в здоровом взрослом организме (будем иметь в виду человека) в среднем в течение длительного времени практически неизменно, хотя эти элементы постоянно поступают в организм извне с пищей и регулярно удаляются из него через желудочно-кишечный тракт, почки, слизистые оболочки и кожу. Метаболизм каждого элемента можно характеризовать величиной скорости его прохождения через организм, принимая в расчёт *среднее время его пребывания в организме*.

Эта фактология хорошо изучена на элементном уровне, и уже довольно давно было замечено, что свинец, поступающий в организм систематически, даже присутствуя в «притоке» в крайне низкой концентрации, всё равно будет накапливаться, поскольку скорость его естественного выхода будет существенно ниже скорости поступления. Такова особенность биохимического поведения свинца: скорость катаболизма в этом случае значительно уступает скорости анаболизма. С этим явлением часто встречались в прошлом. Это известное профессиональное заболевание типографских рабочих, имевших постоянное соприкосновение со сплавом, содержащим свинец, из которого изготовлялись наборы типографского шрифта. Но коварная особенность этого отравления состоит в том, что в начальной стадии, когда концентрация свинца в организме ещё низка, отсутствуют какие бы то ни было признаки недуга и дискомфорта. А после достижения концентрации *критического значения* картина патологии развивается быстро. Таким образом, вся особенность динамики этого переноса заключается в том, что сумма очевидных признаков отравления (симптомов) проявляется не одномоментно, как, например, после инъекции или глотка раствора цианистого калия, а исподволь, как итог длительной (даже многолетней) кумуляции относительно небольших количеств ядовитого элемента вплоть до достижения суммарной концентрации, выполняющей роль «переключателя», «реле», «спускового крючка».

В данном примере фактор переноса свинца рассматривается только в одном отношении, как носитель антагонизма – он наряду с ртутью и кадмием в соответствии с нормативами Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) признаётся токсичным в любой концентрации, что резко отличает его, кадмий и ртуть от многих других элементов. Так, микроколичественное присутствие цинка, селена, иода, меди, ванадия и др. в продуктах питания не только человека, но и приручённых животных, необходимо для нормального протекания физиологических процессов. А без микроудобрений, содержащих бор и молибден, не вырастить хорошего урожая овощей крестоцветных (капуста, брюква и др.).

В то же время эти микрокомпоненты, каждый из которых «отвечает» за нормальные функции гормонов, ферментов, желёз внутренней секреции и другие «глубинные» процессы, происходящие в живом веществе, превращаются в яды, только если их концентрация выйдет за пределы допустимого содержания. Получается, что некоторые факторы переноса, влияющие на функции системы, в одном случае предстают в качестве источника (причины) антагонистических процессов, которые могут перевести систему в «другое» состояние (например, вызвать «летальный исход»). Но ведь эти же самые факторы, например, микроколичества иода или селена, уже на уровне «деликатного» воздействия воспринимаются как источники синергетических процессов. Такая двойственная природа факторов была давно обнаружена и обсуждена Либихом и Шелфордом (см. главу 2). «Закон минимума» Либиха и

«закон толерантности» Шелфорда изначально относились к истолкованию агрохимических проблем. Но затем их действие было отмечено в поведении других систем самого разного происхождения. Одним из первых, обративших внимание на это обстоятельство, был Александр Богданов, который, упоминая закон Либиха, писал: «Тектология впервые делает этот закон универсальным, *распространяя на все и всякие комплексы* (у Богданова этот термин равноценен понятию «система» в современном смысле слова), *вплоть до психических и логических*, причём должна показать, как им пользоваться в новых, более сложных применениях» (курсив мой, – Ю.Е.) [55, часть 1, с. 222].

В принципе, медленное возрастание величины фактора, влияющего на функции системы (это не обязательно только перенос вещества, но и перенос энергии и информации), вначале бывает незаметным, не вызывающим очевидных изменений в её поведении. Но в дальнейшем, если такой перенос связан с кумуляцией, эффект антагонизма проявится после достижения некоего порогового значения величины этого фактора. Нередко бывает, что подобная пороговая точка служит «точкой невозврата». И тогда антагонистические «противоречия» либо необратимо переведут систему в новое состояние, которое можно предсказать и объяснить, выяснив причинно-следственные связи на основании изученных прецедентов и знания природы переноса, вызывающего антагонизм, либо они непредсказуемо вызовут системную катастрофу, обсуждённую в разделе 7.3.2.3. Анализ причины (или суммы причин) катастрофы может выявить её *внутрисистемное* происхождение (всевозможные первоначально невыясненные несовершенства в структуре твёрдого тела и др.) и тогда её наступление ещё можно объяснить на основании *каузального* принципа [<лат. causa причина], но, как говорится, «задним числом». А *внешнесистемное* происхождение катастрофы нередко остаётся невыясненным: ведь невозможно предсказать прохождение сквозь солнечную систему некоей массивной кометы или астероида, двигающихся не по замкнутой орбите сильно вытянутого эллипса, а по незамкнутой кривой второго порядка – гиперболе или параболе. Как известно, в прошлом такие космические пришельцы Землю посещали.

Таким образом, оба парадокса – кумулятивности и катастрофы – связываются с понятием *порога* или *порогового эффекта*. Но если вернуться к примеру со свинцовым отравлением и представить себе, что такого регулярно отравляемого человека, у которого ещё не развились значимые симптомы заболевания, перевели на другую работу, где он больше не будет соприкасаться со свинцом, то пороговый эффект может и не возникнуть. Вследствие процесса метаболизма, а в сущности катаболизма без анаболизма, свинец будет выводиться из организма. Много или рано, мало или поздно, – это оценочные характеристики, но накапливаться он больше не будет и типичная картина отравленного свинцом организма может не сформироваться. Точно так же следует помнить о пороговом эффекте и в самой общей (математической) формулировке катастрофы, где предсказывается возникновение скачкообразных изменений в качестве внезапного ответа на *плавное* изменение внешних условий [274, с. 8]. Совершенно очевидно, что суть дела заключается не в плавности изменения как таковой, а в том, что «исподволь подползая», этот критический фактор рано или поздно *превысит* «допустимый уровень», порог, норму *толерантности* (терпимости) системы. Как уже выше было отмечено, что анализируя последствия катастрофы, можно вскрыть причину, а, возможно, и несколько причин (внешних, внутренних, гладко «подползающих» и др.), вызвавших её. Такая «ретроспективная аналитика», расширяя знание о поведении сложных систем, в особенности новых техногенных, служит источником модернизации конструкций и поводом для создания свода правил эксплоатации устройств и механизмов, а также правил техники безопасности. Как говорил М.М. Жванецкий, – «зачем смотреть вперёд, когда весь опыт сзади?»

2. *Парадокс «отсроченного следствия».* Козьме Пруткову, который до сих пор меня приводит в восхищение, принадлежит «глубокая мысль»: «Щелкни кобылу в нос – она махнёт хвостом». Может быть, не всякая кобыла так сделает, но суть дела здесь не в обязательности этого отклика, а в том, что причина и следствие в данном «эксперименте» во времени значимо не разобщены, тем не менее, можно обсуждать их корреляцию, которая может иметь причинно-следственный характер, а может быть, и нет. Во всяком случае, когда подобная «сцепленность» двух наблю-

даемых фактов обнаружена (разумеется, дело здесь не в кобыле – это всего лишь забавный пример, аналогия), то можно применять приёмы гипотетико-дедуктивного метода. Литература по этому вопросу обширна и доступна (см., например, [286, 287].

Этот парадокс (вернёмся к кобыле) может иметь место, если после щелчка она махнёт хвостом через полгода, впрочем, хотя бы и через час. Очень поучительный пример проявления этого парадокса – так называемый соматико-стохастический эффект, известный в радиобиологии. Сперва несколько предварительных разъяснений. Радиобиология – это наука о действии всех видов ионизирующих излучений на живые организмы и их сообщества. Из всех видов «действий» излучений людей в первую очередь интересуют такие уровни радиации, которые приводят тот или иной живой организм к гибели. Так, известно понятие «лучевого удара», когда «доза» (т.е. количество энергии, перенесённой элементарными частицами и электромагнитными квантами от источника в облучаемый организм) настолько велика, что может безотлагательно привести к летальному исходу. В этом случае никаких сомнений в существовании причинно-следственных связей обычно не возникает. (Всю физико-химическую, биофизическую и радиохимическую терминологию оставляем за пределами обсуждения; для ознакомления, если проблема читателю неизвестна, могу порекомендовать пособие [96]). Несмотря на то, что в настоящее время разработаны методы лечения и поддержки организма, подвергшегося такому воздействию (не будем перечислять эти приёмы), нет полной гарантии исключения летального исхода, но известны случаи восстановления всех жизненно важных функций организмов до удовлетворительного состояния. На первый взгляд, как будто складывается впечатление, что первоначальный акт переноса энергии не вызвал летального исхода, немного «пошалил» в организме и рассеялся, не оставив в сложной системе, называемой «живым веществом», никакого отпечатка, следа, памятной метки, как не запоминает всякая гладь упавшего в воду камня после исчезновения волн.

В действительности эта память полностью не стирается даже не только после реабилитации организма, пережившего лучевую болезнь, но и в более простых случаях, когда и облучение было не очень значительным и никаких видимых субъективных и объективных настораживающих признаков ухудшения состояния здоровья замечено не было. Тем не менее, спустя много лет, в таком даже умеренно облучённом организме может развиться злокачественная опухоль, которую современная онкология будет рассматривать как *отсроченное следствие облучения*. В этом случае нет никакого эффекта кумуляции, рассмотренного выше, присутствует только некий начальный момент радиационного повреждения живой клетки, «включивший» процесс длительного роста новообразования (опухоли). Этот рост осуществляется уже без участия облучения. Здесь начинают проявлять себя закономерности биологии (цитологии), и внешне связь (перенос) «доза-опухоль» является примером парадокса «отсроченного» следствия. Более того, следствием облучения может быть поражение не только на клеточном уровне, но и на генетическом, т.е. могут возникнуть *наследуемые изменения уже в генетическом материале*, приводящие к изменению тех или иных признаков организма. В этом случае причина (доза облучения) и следствие (изменение признаков и функций организма, как правило, неблагоприятных) будут разобщены более парадоксально, т.к. эффект облучения будет наблюдаться не у облучаемого организма, а у его потомков, которые никакому облучению не подвергались.

3. *Биполярность в этногенезе. Химеры и антисистемы.* Этот фрагмент лекции Льва Николаевича Гумилёва не поднимается рука пересказывать. Поэтому я привожу его в нетронутом виде [288].

«На этногенезе биполярность сказывается тем, что поведенческая доминанта может быть направлена в сторону усложнения систем, т.е. созидания, или упрощения их. Принцип биполярности дошёл до нашего времени и сформулирован уже в XX в. двумя поэтами, стоявшими по отношению к биосфере на двух противоположных позициях. Поскольку нам сейчас нужно уяснить принцип классификации, ограничимся двумя наглядными примерами. Первая позиция – мироотрицание.

Ладейников прислушался. Над садом
Шёл смутный шорох тысячи смертей.
Природа, обернувшаяся адом,
Свои дела вершила без затей:
Жук ел траву, жука клевала птица,

Хорёк пил мозг из птичьей головы,
И страхом перекошенные лица
Ночных существ смотрели из травы.
Так вот – она, - гармония природы!
Так вот – они, ночные голоса!
На безднах мук сияют наши воды,
На безднах горя высятся леса!
Природы вековечная давильня
Объединяла смерть и бытие
В один клубок, но мысль была бессильна
Соединить два таинства её!

(*Примечание*: Лодейников – герой поэмы Николая Заболоцкого «Лодейников». См. Н.А. Заболоцкий. Стихотворения и поэмы. –М.-Л.: Советский писатель, 1965. С. 66-71. В тексте Гумилёва – Ладейников.)

В этих прекрасных стихах, как в фокусе линзы телескопа, соединены взгляды гностиков, манихеев, альбигойцев, карматов, махаянистов – короче, всех, кто считал материю злом, а мир – поприщем для страданий.

Вторая позиция – мироутверждение.

С сотворения мира стократы
Умирая, менялся прах:
Этот камень рычал когда-то,
Это плющ парил в облаках.

Убивая и воскрешая,
Набухать вселенской душой –
В этом воля земли святая,
Непонятная ей самой.

(Н. Гумилёв)

(*Примечание*: Это строки отца, Николая Гумилёва. Поэма «Начало»//Дракон: альманах стихов. СПб., 1921. С. 33).

Сходство позиций поэтов только в одном – в иррациональности отношения персоны (человека и животного) к биосфере. Остальное – диаметрально противоположно, как в средние века и, видимо, до нашей эры.

В первой позиции – стремление заменить дискретные системы (биоценоз) на жесткие («И снится мне железный вал турбины»), которые, по логике развития, превратят живое существо в косное; косное, при термической реакции, разложится до молекул; молекулы распадутся до атомов; из атомов выделятся реальные частицы, которые, аннигилируясь, превратятся в виртуальные. Лимит такого развития – *вакуум*. И наоборот, при усложнении систем, где жизнь и смерть идет рука об руку, возникает разнообразие, которое немедленно передаётся в психологическую сферу, создаёт искусство, поэзию, науку. Но, конечно, «за все печали, радости и бредни» придётся отплатить «непоправимой гибелью последней».

Надо сказать, что люди ведут себя крайне непоследовательно. В отличие от других высших животных человек не только поддерживает вмещающие его ландшафты, но иногда наносит им непоправимый ущерб, превращая их в бросовые, мёртвые земли. Делает он это во вред самому себе как виду, ибо лишает своё потомство средств к существованию. Для чего же он это делает и когда такое происходит?

Я просто констатирую факт, что время от времени на Земле появляются группы людей, у которых *инстинкт самосохроанения* направлен в обратную сторону.

Надо сказать, что есть определённые условия, при которых они появляются. Это обычно: **стык двух или более суперэтносов, которые ломают свой стереотип поведения, сталкиваясь с другими суперэтносами,** не могут найти себе место в жизни от полного разочарования они **начинают ненавидеть всё существующее.**

Суперэтнические химеры, то есть образования из двух-трёх и более этносов, обычно не устойчивы, так что даже если они и образуют эти *антисистемы*, то есть *системы с обратным знаком*, то только за счёт творчества *пассионариев*, которые и придумывают эти системы, и организуют верных, и ведут их в бой, и отстаивают свои ценности. Но они почти все гибнут. А детей они не хотят иметь, потому что иметь детей – это значит обречь их на ужасы этого мира. Они считают, что жить в этом мире – это ужас. И поэтому им разрешались оргии, когда, вообще, никто никого не мог видеть. Они там творили всё, что хотели. А в остальном – была полная аскеза. То есть антисистема, как правило, неустойчива.

В потоке нормального этногенеза антисистема не может возникнуть. Но при совмещении двух суперэтносов, когда *в зоне контакта возникает этническая химера*, антисистемы развиваются со страшной силой. И ведь нельзя сказать, что к приятию негативного взгляда на мир побуждает ухудшение бытовых ус-

ловий или экономические затруднения. Нет, их не больше, чем было до этого, а иной раз и меньше, ибо в зонах контактов обычно идёт интенсивный обмен вещей (торговля) людей (работорговля) и идей (торговля верой).

То есть вместо *инстинкта самосохранения*, сохранения потомства, сохранения природного ландшафта, сохранения памятников культуры у них возникает – ненависть ко всему этому. Причём ненависть эта импульсивная.

Но размножаются они, естественно, не простым путём, не путём брачным, а, наоборот – путём *инкорпорации* в свою среду завербованных членов.

На персональном уровне химера невозможна. Скажите, пожалуйста, вы великолепно знаете такую вещь, как физика. Физика имеет дело с атомом. Но атом без электронов не мыслим. Так что это тоже сложная система. Все мы состоим из атомов, но, кроме того, имеем и молекулы. Чтобы сделать молекулу воды, надо соединить три атома. H_2O – это уже система, а никак не химера. Для того чтобы сделать клетку, нужна не одна, а много молекул. Но это ещё клетка, а не организм. Для того, что бы сделать организм, нужно много клеток – тогда получается организм. Но законы молекулярного мира, атомного мира, клеточного и одноклеточных животных – они все разные.

А когда мы переходим к популяциям, то получается совсем другая картина, не та, которая бывает с отдельными людьми. Два человека из самых различных этносов химеры не составят. Обстоятельства могут объяснить их судьбу, ту или иную, но это вполне на уровне человеческой биографии. <…> Потому что этнос имеет свои закономерности, свои особенности, которые никак нельзя свести к судьбе личности. Это такая же разница, как между простой суммой и системой. **Система имеет связи, а сумма – ничего не имеет.»**

7.3.3. СИСТЕМОЛОГИЯ И СИСТЕМОТЕХНИКА

Монография Б.С. Флейшмана «Основы системологии» начинается словами: «Системное движение, системный подход, анализ систем, системный анализ, теория систем, теория сложных систем, системология – вот метаморфозы терминов, в которых чувствуется всё бóльшая претензия системологов на фундаментальность своего детища. Обоснована ли такая претензия? Ответ на этот вопрос возможен лишь при точном определении широты области системологии и рассмотрении достигнутых ею результатов. Претензия фундаментальности предъявляет к ним требования общности (широты) и конструктивности (глубины). Эти требования всегда противоречивы. <…> Очень удачный, как нам кажется, термин «системология» был впервые использован в 1971 г. В.Т. Куликом [примечание редактора: В философской литературе термин «системология» впервые был введён И.Б. Новиком (1965 г.)] для названия широкой области теории систем в духе Л. фон Берталанфи. Предлагаемое в данной книге сужение этой области ближе всего к кибернетике, какой она должна быть в широком понимании У.Р. Эшби. В нашей стране понимание кибернетики носит более широкий характер, чем на западе, где кибернетика часто отождествляется с теорией управления и связи в первоначальном понимании Н. Винера. Однако, включив в себя впоследствии теории надёжности, информации, управления, самоорганизации и другие дисциплины, кибернетика оставалась конгломератом нефизических направлений науки до тех пор, пока для всех них не была найдена единая концептуальная основа – *понятие сложной системы* (курсив мой, – Ю.Е.). Это произошло, когда стало ясным, что отдельные направления кибернетики исследуют лишь различные качества одного и того же целостного объекта – сложной системы. Став стержневым понятием кибернетики и придав ей тем самым недостающее концептуальное единство, *понятие сложной системы оправдало отождествление современной кибернетики с системологией* (курсив мой, – Ю.Е.). <…> Системология действительно предстаёт перед нами как фундаментальная инженерная наука, устанавливающая общие законы потенциальной эффективности сложных материальных систем как технической, так и биологической природы» [289].

Таким образом, по Флейшману, системология – это учение о системах, существующих реально в материальном мире, оставляющее вне рассмотрения идеальные системы (обитатели третьего мира Поппера [93, с. 439]) – знаковые, языковые, логические, математические и др. При этом простые материальные системы, традиционно изучаемые физикой, с его точки зрения следовало бы относить к *процессологии*. Это, конечно, красивый термин, но он вряд ли войдёт в современный науч-

ный словарь естествознания как избыточный, заслуживающий применения бритвы Оккама. Ведь *процесс* [<лат. processus продвижение] и …логия [<гр. logos слово; понятие, учение], такой вот греко-латинский «гибрид», означает «учение о движении», чем занимается *механика* – наука о перемещениях в пространстве и равновесии материальных тел под действием сил. Она включает *кинетику* (в ней исследуется состояние тела в связи с определяющими его причинами), которая разделяется на *динамику*, изучающую движение под действием сил, и *статику* – учение о равновесии тел.

Впрочем и сам термин системология, как указывает Флейшман, относящийся к описанию сложных систем, в сущности близок по смыслу к современной кибернетике. Дело в том, что современная кибернетика, будучи наследницей винеровской, первоначально изучавшей управление и связь в животном и машине, развиваясь как в фундаментальных, так и в прикладных направлениях, стала восприниматься несколько иначе, чем это имел в виду сам её основатель. Вначале очень быстро, за десять с небольшим лет, кибернетика добилась исключительных результатов в прикладной области – в автоматике, телемеханике, конструировании ЭВМ и т.п. Но уже затем сам Винер обратил внимание на общественные последствия развития кибернетики, включив в её сферу проблемы социально-политические, юридические, языковые и философские (см. [290, 291]). По сути она стала превращаться в некий аналог ОТС, что и подчёркивает Флейшман, несмотря на то, что по Берталанфи она была только частью этого комплексного учения. Так, в одном очень поучительном издании отмечена характерная особенность развития знаний кибернетического профиля:

«Существует много наук и научных дисциплин (теория исследования операций, теория массового обслуживания, общая теория систем, системный анализ, системотехника, системология и пр.), которые в значительной мере *пересекаются с кибернетикой* (курсив мой, – Ю.Е.), причём между ними наблюдается явное или неявное научное соперничество. Приверженцы того или иного направления пытаются утвердить его главенствующее значение в науке и подчеркнуть соподчинённость остальных, они вводят свои понятия и терминологию, по-своему ставят и пытаются решить, по сути, одни и те же или очень близкие задачи (например, оптимизационного характера, в области исследования устойчивости движения, адаптивного управления и т.д.), и в результате возникла ситуация, известная из мифологии под названием «Вавилонского столпотворения». Не может не сказаться аналогичное положение дел и в интересующей нас области знаний, если не будут найдены соответствующие меры противодействия этому процессу избыточной дифференциации знаний» [292, с. 56].

Терминологические разночтения – удел и вечный жанр всех развивающихся наук, потому что познавательная деятельность человека пока ещё не угасла. Новые термины вводят в лексикон каждой относительно самодостаточной науки творческие «первопроходцы», глубоко её разрабатывающие. Но поскольку рано или поздно в практике применения научных достижений возникают межнаучные контакты, порождающие, так называемые, «гибридные» науки (физическая химия и химическая физика, радиобиология и т.д. и т.п.), то в этой новой ситуации появляется исторически обусловленная необходимость синтеза знания для «… работы по проблемам, не считаясь с научными рамками» [293].

И всё-таки смысловые столкновения в терминологии неизбежны, поскольку новые понятия входят в науку через посредство публикаций, авторы которых предварительно не договаривались друг с другом об этом и нередко даже не подозревали о существовании единомышленника и заочного коллеги. Вот широко известный пример из области «надпредметной» науки экологии – *экосистема* (термин введён А. Тенсли [294]) и *биогеоценоз* (термин введён В.Н. Сукачёвым [295]. Термины сходные, но не тождественные, хотя расхождение может показаться незначительным, что обычно указывается в учебниках.*

В сущности смысл словосочетаний *общая теория систем* и *системология* (т.е. учение о системах) практически совпадает, если не настаивать на том, что учение (…логия) и теория [<гр. theōria наблюдение, исследование] в чём-то различаются, хотя многие согласятся с тем, что наблюдение и исследование должны предшествовать учению в соответствии с правилами и традициями методологии науки. В то же время (повторим ещё раз высказывание Флейшмана) «… понятие сложной системы оправдало отождествление современной кибернетики с системологией». Но у Берталанфи в обзоре общей теории систем

кибернетика упоминается в общем списке разрабатываемых направлений наряду с появившимися профессиями «… под такими названиями, как проектирование систем, анализ систем, *системотехника* (курсив мой, – Ю.Е.) и т.д., которые совсем недавно были неизвестны [48]. У Берталанфи не встречается понятие системология. А системотехника в этом первом, переведённым на русский язык, обзоре упоминается пять раз. У него системотехника отнесена к *прикладным системным исследованиям*, которые он «оставляет в стороне», составляя обзор проблем и результатов общей теории систем.

Таким образом, *системотехника* уже в 70-е годы прошлого столетия вошла в лексикон учёных, инженеров и педагогов как «научно-техническая дисциплина, охватывающая вопросы проектировании, создания, испытания и эксплоатации *сложных систем* (больших систем, систем большого масштаба large scale systems)» [299]. Но в этом издании БСЭ статьи *системология* нет. А словосочетание *системотехника* отсутствует и в монографии Флейшмана. В опубликованной 20 лет назад монографии моих физтеховских коллег дано следующее истолкование этих понятий. Так, методология разработки (проектирования) сложных систем составляет научную и прикладную области интересов системотехники. А методы науки об общих принципах организации сложных систем они относят к системологии [300].

С моей точки зрения (повторяю ещё раз) системология, излагающая методы науки об общих принципах организации сложных систем с одной стороны, и ОТС в представлении Берталанфи являются словосочетаниями с практически совпадающим смыслом. Я не случайно называю их словосочетаниями, а не терминами, так как использование слова термин в том смысле, как это принято в формализованных науках и логике (см. Предисловие), ещё надо заслужить. *

В этом отношении интересна точка зрения В.Д. Пекелиса, одного из первых советских писателей, который начал популяризировать новую отрасль знаний – кибернетику:

«Сейчас говорят об узком и широком значении слова «формализация». В узком смысле – это такое уточнение содержания изучаемых предметов, когда можно оперировать с ними математически, рассматривать под чувствительным «математическим объективом». А в широком смысле под формализацией понимают изучение предметов, уточнение их содержания, их «конструкцию» по правилам формальной логики. Интересно отметить, что такая математизированная наука, как кибернетика, не формализована. Даже не существует до сих пор единого общепринятого определения кибернетики. (Хотя это сказано двадцать три года назад, но эта проблема ещё продолжает быть актуальной, – Ю.Е.). И хотя прямой связи между определением науки и её формализацией не существует, я не могу здесь не воспользоваться случаем, чтобы не сказать несколько слов об определениях кибернетики. Мною собрана целая коллекция определений» * [301].

Каждый читатель, познакомившийся с этой коллекцией, должен будет понять, что даже творцы и первопроходцы, развивавшие это межпредметное (или правильнее сказать «надпредметное») учение, формулировали своё в*и*дение вслед за быстрым ростом его смысла и содержания. Поскольку миропонимание человечества углубляется и расширяется вслед за изобретением и использованием исследовательских инструментов (см. раздел 7.1), то это приводит к росту фактологии, перечню объектов и явлений, неизвестных прежде. Поэтому всем «новорождённым» феноменам стараются дать собственные имена, избегая появления тёзок. Впоследствии многие подобные имена-термины уходят из научного лексикона вследствие логического обобщения или выявления общей и более фундаментальной причины того или иного факта. Так, после открытия электрона в 1897 г. Дж.Дж. Томсоном понятие «катодные лучи» осталось только в истории науки и сейчас практически не применяется. А после создания физической статистики (статистической механики, статистической физики) Дж. Гиббсом и Л. Больцманом ушёл из научных текстов теплород, «невесомая жидкость», как неподтвердившийся материальный объект, уступивший своё место в термодинамике современному понятию теплоты, как форме беспорядочного движения образующих тепло частиц (молекул, атомов, электронов, фотонов и т.д.). Все виды электромагнитного излучения расклассифицированы и поименованы, а всевозможные «флюиды» уже забыты.

Что же касается терминологии, встречающейся в ОТС Берталанфи, то сам автор обзора включал в него понятия и научные направления, которые уже сложились в научно-технической литературе и практике. Но он был, ве-

роятно, первым, кто ввёл в научный лексикон словосочетание *общая теория систем,* которое понравилось К. Боулдингу больше, чем его собственная *общая эмпирическая теория* (см. главу 5), а также очень продуктивные понятия *системный анализ* и *системный подход*. Тем не менее существуют публикации, например, книга Ю.Г. Маркова [302], рассчитанная на философов, биологов и преподавателей вузов, где автор не использует понятие *системный подход*, но вместо него при решении тех же задач применяет два в сумме адекватных ему – *функциональный подход* и *структурный подход*. Кроме того, цитируя академика В.М. Глушкова, который называл системологию *наукой о сложных системах*, сократил это понятие до предела, введя понятие *системная наука*. В сущности здесь нет ничего нового. Любые объекты внешнего мира в естественных науках всегда рассматривались двояко – в стационарном состоянии и в рамках временно́го описания изменяющихся свойств и функций. Такая терминологическая аналогия отмечена мною в разделе 3.2: в биологии – анатомия и физиология, в физике – статика и динамика, в надпредметном системном языке – устройство, строение и процесс (ведь предлагал же Флейшман процесологию!). Такого рода фразеологические детали и нюансы в неформализированных науках неизбежны и допустимы. Но терминологическая строгость в математизированных естественных науках, вооружённых метрологией (сама математика, физика и её межпредметные связи с химией и биологией) должна соблюдаться безукоризненно*.

Однако, Марков не только включил с свой текст несколько преобразованных понятий из обзора Берталанфи, но и изменил место кибернетики в его перечне. У Берталанфи кибернетика рассматривается наряду с теорией ячеек, теорией множеств и т.д. (см. главу 5). А Марков её роль видит несколько иначе: «В рамках кибернетики возникло множество различных теорий, которые охватывают те или иные аспекты функционирования сложных систем. Это теория информации, теория автоматов, теория алгоритмов, теория игр, комплекс дисциплин, разрабатывающих оптимизационные методы принятия решений, математическая лингвистика, бионика, теория распознавания образов и т.д. [302, с. 4]. То, что у Берталанфи находилось «в рамках общей теории систем», у Маркова включено «в рамки кибернетики». Вероятно, всё дело здесь в том, что кибернетика в наше время во многих отношениях уже не «винеровская» наука и нуждается в постоянных новых дополнениях, детальных истолкованиях и расширении словаря..

Я, будучи дилетантом в современной методологии науки, тем не менее, предлагаю своё мнение относительно толкования трёх основополагающих терминов учения о системах, обладающих в соответствии с принципами Лейбница максимальной краткостью и максимальной употребительностью, чтобы избежать затемнения предмета или проблемы придуманными словами* [46]. Эти термины заслуживают уважительного отношения уже и потому, что сохранили своё происхождение из античных языков (древнегреческого и латыни) в соответствии со сложившейся традицией европейской науки.

1. **Системология**. Введена И.Б Новиком и В.Т. Куликом и затем была включена в названия (заголовки) ряда монографий [289,300, 303], где истолковывается как *теория сложных систем*. Может стать результатом конкретизации некоторой части ОТС Берталанфи, включив в себя фундаментальные и *общие организационные принципы науки и техники* (то, что имел в виду Богданов, вводя в научный словарь тектологию, которая не прижилась, может быть, потому, что слишком рано появилась).

2. **Системотехника**. Это уже не фундаментальная теоретическая, а научно-техническая дисциплина (см. формулировку Бусленко, приведённую выше [299]). Иными словами, она представляет собой практическую реализацию идей и концепций системологии, будучи учением прикладным. Одно из устойчивых значений термина *техника* – совокупность машин, механизмов, приборов, устройств, орудий той или иной отрасли производства. Но, с другой стороны, под техникой понимается также и совокупность навыков, приёмов, рецептов, прописей в каком-либо виде деятельности, мастерства, например, техника строительная, музыкальная, спортивная и т.п. Таким образом, *системотехника – это результат, продукт материализации системологии.*

3. **Кибернетика**. Это комплексное и развивающееся учение не нужно торопиться заключать в рамки некоего современного канонического определения, сохранив формулировку Винера [82]. При этом следует иметь в виду, что концепции и терминология кибернетики соседствуют и имеют много общего с системологией и системотехникой. В определе-

нии Винера два первых слова – «управление и связь» – изначально предполагают существование соседней (кроме обсуждаемой) системы или надсистемы, из которой исходят управляющие сигналы – переносы вещества, энергии и информации, целенаправленно формирующие или изменяющие свойства и поведение (функции) обсуждаемой системы. Данное обстоятельство затрудняет объединение понятий «управление» и «самоорганизация» в некое, более общее. Эта проблема нашла решение уже после работ Винера и обзоров Берталанфи в связи с появлением в 1978 г. книги немецкого физика Германа Хакена «Синергетика», в которой излагалась теория неравновесных фазовых переходов и процессов *самоорганизации* в физических, химических и биологических системах. (Русский перевод [304]. Так возникло автономное учение, не «поглощённое» кибернетикой, но, как и она, имеющее все основания для включения в перечень дисциплин ОТС [305-307] (см. пятую главу).

7.4. СИНЕРГЕТИКА

Эта новая научная дисциплина, естественно, не упомянута в главном справочнике тех лет 23-м томе БСЭ третьего издания, вышедшего на два года раньше (1976 г.) статьи Хакена, хотя там присутствует маленькая справка (9 строк):

Синергизм [<гр. synergia сотрудничество, содействие], 1) совместное и однородное функционирование органов (например, мышц) и систем. 2) Комбинированное действие лекарственных веществ на организм, при котором суммированный эффект превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности.

Второе толкование этого понятия, которое в сущности отражает отклонение от принципа аддитивности, обсуждено в разделе 7.3.2.3. Но проблемы, рассмотренные Хакеном, находятся не только в «живом веществе», но и за его пределами. В предисловии монографии [304, с. 14] автор пишет:

«Одно из самых поразительных явлений и наиболее интригующая из проблем, с которыми сталкиваются учёные, – это спонтанное образование высокоупорядоченных структур из зародышей или даже из хаоса. В повседневной жизни мы встречаемся с подобными явлениями, когда наблюдаем развитие растений и животных. Рассматривая их в гораздо больших масштабах времени, учёные приходят к проблемам эволюции и в конце концов к вопросу о происхождении живой материи. Наряду с попытками понять или в некотором смысле объяснить эти чрезвычайно сложные биологические явления естественно возникает также и вопрос о возможности обнаружения процессов самоорганизации в гораздо более простых системах неживого мира <…> Я назвал новую дисциплину «синергетикой». В ней исследуется совместное действие многих подсистем (преимущественно одинаковых или же несколько различных видов), в результате которого на макроскопическом уровне возникает структура и соответствующее функционирование. С другой стороны, для нахождения общих принципов, управляющих самоорганизующимися системами, необходимо кооперирование многих различных дисциплин».

Редакторы русского перевода этой монографии Ю.Л. Климонтович и С.М. Осовец пишут:

«По современным представлениям, в формировании которых существенную роль сыграла кибернетика, *процесс самоорганизации представляет собой автоматический процесс*, при котором, если говорить о биологических системах, выживают комбинации, выгодные с точки зрения адаптации всего вида и отдельных механизмов. Кибернетика играет существенную роль *в понимании общих принципов процессов самоорганизации и даёт методы конструирования различных типов самоорганизующихся систем.* Однако при этом остаётся открытым вопрос о физических процессах, происходящих в ходе самоорганизации в самых различных физических, химических, метеорологических, биологических и других системах. Эти процессы, как правило, очень сложны, но, тем не менее, *установление общих закономерностей процессов самоорганизации оказывается возможным*». [304, с. 5]. (Курсив мой, – Ю.Е.).

Обе обширные цитаты – автора новой дисциплины и его первых отечественных последователей – чётко отражают «родственные связи» для новых системных учений: кибернетика породила синергетику. Кроме того, в истории науки и техники многие открытия, обобщения (концепции, принципы, теории) и изобретения, совершённые конкретным лицом, традиционно упоминаемым в учебниках, нередко связывают с вкладом исторических «двойников». История изобилует подобными примерами: Дарвин и Уоллес (биология);

Адамс и Леверье (астрономия, открытие Нептуна); Ломоносов и Лавуазье (химия, закон сохранения массы); Мендель, Корренс, Чермак и Де Фриз (генетика); Попов и Маркони (радио) и др. И в данном случае обнаружились параллели между синергетикой Хакена и подходом к описанию образования структур в физических, химических и биохимических системах, развитым Пригожиным и его коллегами в Брюссельском университете и в Институте термодинамики и статистической физики Техасского университета. (Кстати Илья Пригожин в 1982 г. был избран в Академию наук СССР в качестве иностранного члена). Одна из первых фундаментальных работ Пригожина «Введение в термодинамику необратимых процессов» была издана им в пятидесятых годах прошлого столетия. (Русский перевод: [308]). Несколько позже он со своими коллегами опубликовал ряд монографий, излагающих в сущности те же проблемы, что и Хакен [309-312].

Однако Хакен подчёркивал, что, несмотря на общность рассматриваемых им и Пригожиным проблем, подход последнего «… совершенно отличный от нашего» [304, с. 383].

Я, будучи автором предлагаемого «Введения», ещё раз обращаю внимание на то, что в заголовке указано, что оно «общедоступное». Поэтому здесь не место для изложения фундаментального содержания синергетики и её разнообразных приложений наряду с оценкой вклада Пригожина не только в новое межпредметное учение, называемое «Регулярная и хаотическая динамика», но и в социальную экологию и философию [313, 314]. Поток монографий и статей по этой проблеме в настоящее время практически необозрим. На это обратил внимание сам Хакен в своей первой монографии ещё в 1978 г.: «Поскольку в синергетике область исследования связана с многими дисциплинами, попытка дать здесь более или менее полный список литературы кажется безнадёжной. Такой список занял бы целый том» [304, с. 383].

Обсуждаемое учение, с одной стороны, является межпредметным и уже нашло применение в самых разных социокультурных сферах, где язык изложения не очень формализован [315-319]. Но, с другой стороны, начиная со второй половины 70-х годов, стали выходить публикации, требующие некоторого опыта общения с математическим языком [320-325], не говоря уже о пособиях, предназначенных для работающих или специализирующихся в области физики и прикладной математики [326].

К обсуждаемой тематике примыкают философские публикации Н.Н. Моисеева, Г.И. Рузавина и А.И. Панченко [327-332], а также несколько статей широко известных учёных, вклад которых в исследование междисциплинарных проблем неоспорим [333].

Таким образом, синергетика логично встраивается в «системное движение» (аверьяновский термин [190], см. раздел 7.3), начало которому было положено трудами Богданова и Берталанфи. Интерес к системным учениям как к социокультурному феномену возник у учёных и инженеров самых разных научных областей. В 1997 г. в немецком городе Гюнцбурге была организована первая конференция Немецкого общества сложных систем и нелинейной динамики, которая в сущности провозгласила создание очередного междисциплинарного учения, призванного содействовать проявлению эффекта синергии и стимулировать научное исследование хаоса, сложности и самоорганизации. Почётным председателем этого общества был избран директор Института теоретической физики и синергетики Университета Штутгарта Герман Хакен (в этот год ему исполнилось 70 лет), который около тридцати лет назад и ввёл в науку сам термин синергетика. Так что само существование и тридцатилетнее осмысление этого научного направления, развитие путей его приложений узаконило его место в науке и право на включение в педагогическую литературу. Кстати на этой конференции как раз и обсуждали необходимость написания истории синергетики.

Действующим председателем этого общества (Хакен – почётный председатель) был избран заведующий кафедрой философии и теории науки К. Майнцер (см. [333]), который проследил возникновение истоков нелинейного мышления в современной науке, заявив, что Лейбница следует причислить к первопроходцам теории сложных динамических систем, поскольку он предполагал, что всё существующее в природе характеризуется иерархическим порядком с непрерывной последовательностью возрастания сложности от мельчайших «строительных блоков» (*монад*) до сложных объектов, в первую очередь живых систем. Он считал, что «… материя, рассматриваемая во всей полноте её существова-

ния, … есть лишь совокупность или результат совокупности и что всякая *реальная совокупность* предполагает *простые субстанции*, или *реальные* монады» [334]. (Курсив Лейбница).

Подробный отчёт об этой конференции представлен Е.Н. Князевой [335]. А годом ранее состоялся Международный Московский синергетический форум, отчёт о котором также опубликован [336]. (См. также [333]).

В наше время понятие (термин) и научная дисциплина *синергетика* присутствует даже в многостраничных философских словарях и энциклопедиях [337, 338]. А статья Можейко по объёму в сущности представляет собой не энциклопедическую справку, а полноценное учебное пособие.

* * *

В настоящее время кибернетика и синергетика всесторонне вооружены теориями, методами, рекомендациями и инструментальными средствами математического моделирования, программирования и вычислительной техники. Этот арсенал «системопонимания» и «системоуправления», который начал формироваться около ста лет назад, используется во всех «жанрах» современной науки – от традиционного естествознания, включающего мезомир, микромир и макромир (мегамир), инженерно-технических дисциплин и до гуманитарных наук (экономика, социальная экология, политология и т.п.).

«Социальное движение», с которым стали считаться даже марксистские философы последних лет развитого социализма, в сущности имеет более давние истоки. Даже сам Берталанфи, которому мы обязаны введением в науку словосочетания *общая теория систем* (ОТС), отметил, что «… понятие системы так же старо, как стара европейская философия … и может быть прослежено ещё у Аристотеля» [49].

Системное миропонимание – это искусство разгадывания «тайн природы», которое стало оформляться более или менее обозримо и даже включаться в учебники сравнительно недавно. Это миропонимание, источник основных функций науки – объяснения и предсказания, – породившее и по сей день развивающее техносферу (это материальное воплощение научного предсказания), обеспечивает оптимизацию жизнедеятельности человечества. Люди, владеющие научными методами и информацией, стремятся к достижению своих целей, зная *что*, *как* и *зачем* нужно думать, планировать, предпринимать и делать. Но всё-таки основная часть человечества – потребители научно-технической продукции (вещи, вещества, системы). А её созидатели, т.е. авторы-первопроходцы научных концепций, находятся на наноуровне глобального социума. Повторю ещё раз: если население Земли во время формирования межпредметных наук составляло несколько миллиардов человек (сейчас около семи), $n{\cdot}10^9$, то наноуровень равен $n{\cdot}10^9{\cdot}10^{-9} = n$; $n<10$.

В каждом столетии этих *мэтров* и *гуру* можно пересчитать, загибая пальцы на руках. Мудрый польский фантаст Станислав Лем писал: «… В настоящее время структура решения, принятого обществом, может служить реализации решения, принятого отдельной личностью; прежде так не бывало, и о технических замыслах древних обществ можно говорить лишь в переносном смысле» [78, с.31].

Если люди выясняют «*что* и *зачем* можно и нужно делать» (это им предоставляет обобщённо понимаемая *школа*), то ответ на вопрос «*как* это можно делать» даёт новая научная дисциплина – *прикладная общая теория систем.* Более тридцати лет назад на русском языке был издан объёмный труд американского учёного Дж. ван Гига под этим заглавием [339], посвящённый проблемам использования методов ОТС для разработки и проектирования реальных систем и предназначенный для специалистов, занятых проектированием сложных технических и *организационных систем* (нашли ведь своё отражение идеи Богданова во взглядах зарубежного учёного!). В предисловии автор отметил: «Подобно любому проекту, содержание книги должно со временем меняться и старые идеи должны уступать место новым. И этот процесс не остановить. Однако тема книги и задача, которой она служит, переживут поток текущих событий» [339, с. 11].

По моему мнению, изучать любую науку и осваивать сферу практической деятельности следует начинать с истоков идей и рецептов (в широком смысле слова технологических прописей). Усвоение в «готовом виде» итогов мыследеятельности наших предков без знания путей их достижения напоминает мне скорее приёмы дрессировки, а не педагогического искусства. В этом отношении труд ван Гига ещё долго будет восприниматься как «отвечающий современным требованиям».

8. ПОСЛЕСЛОВИЕ

«Системное движение» [190] до сих пор продолжает включать в свой поток *модернизированные* аналитические методы и *инновации* системного подхода к объяснению и пониманию самых разнообразных явлений, как в природе (от микромира до мегамира), так и в культурной сфере. (Мне кажется, что здесь удачно использованы два модных термина, которые часто встречаются в циркулярах Министерства образования и науки). Расширение перечня приёмов и подходов в этой деятельности может привести к тому, что вся современная наука будет излагаться как «сверхобщая теория систем» или «общая теория сверхсистем». Может быть в жанре *пролегоменов* [<гр. prolegomena предисловие, введение] такой текст был бы полезен, но современные проблемы «диалога с природой» могут решаться не столько участием «широких народных масс», сколько мыследеятельностью и усилиями глубоко образованных специалистов, которые не только знают смысл вышеупомянутых модных терминов, но и смогут осуществить их предназначение на практике. Это задачи инженерного образования, и они в этом «Введении» в подробном изложении не рассматривались. Тем не менее, и пролегомены нужно вовремя ограничить, чтобы не отпугивать возможных читателей толщиной книжки.

Завершая своё сочинение («составление»), содержащее по выражению моих коллег по факультету «компилятивный и авторский материал» [300], я нашёл поддержку и оправдание его написания у Блэза Паскаля [340] (у кого ещё учиться, как не у таких великих?). Вот его мысли:

«Поскольку мы не в силах преодолеть нашей ограниченности, а следовательно, неспособны знать всё обо всём, то нам следует знать обо всём понемногу. Ибо гораздо лучше знать хотя бы кое-что обо всём, нежели всё о какой-либо одной вещи. Упомянутая широта кругозора – лучшее, что может быть. Ещё лучше, конечно, если есть возможность объединить универсальность с доскональностью, но при необходимости сделать выбор, он должен быть сделан в пользу первой». Леон Брюнсвик (французский философ, представитель критического рационализма) счёл необходимым прокомментировать это высказывание в том смысле, что «… Паскаль имеет в виду не банальную нахватанность, а по-настоящему высокий интеллектуальный уровень, который позволяет и оценить глубину незнания, и постичь тот максимизм, выше которого человеческий разум не способен подняться» [340]. И ещё раз вспомним Паскаля:

«Пусть не корят меня за то, что я не сказал ничего нового: ново уже само расположение материала; игроки в мяч бьют по одному и тому же мячу, но не с одинаковой меткостью. С тем же успехом меня могут корить и за то, что я употребляю давно придуманные слова. Стоит расположить уже известные мысли в ином порядке – и получится новое сочинение, равно как одни и те же, но по-другому расположенные слова образуют новые мысли» [340].

В завершение я выражаю свою благодарность коллегам, подсказавшим мне тему и назначение этого сочинения, – О.И. Ребрину и И.И. Шолиной, а также Е.И. Денисову, О.Д.Кукушкиной и И.Н. Кутергиной, обеспечившим кропотливую техническую подготовку текста.

9. ДОПОЛНЕНИЯ, ПРИМЕЧАНИЯ И ПРИЛОЖЕНИЕ

С.6. *1. ***Дилетант*** [ит. dilettante < лат. delectare услаждать, забавлять] – любитель, занимающийся каким-либо искусством или наукой без специальной подготовки; поверхностно знакомый с какой-либо областью науки или искусства [7].

В большинстве современных словарей содержится именно такое толкование этого термина с использованием слов «любитель», «без специальной подготовки», «поверхностно знакомый», создающее пренебрежительное отношение к мнению и другим результатам творческой деятельности человека, которого так называют. Казалось бы, с этой точки зрения все «первопроходцы» науки прошлого – дилетанты. Какую такую «специфическую подготовку» получил М.В. Ломоносов, догадавшийся о существовании принципа сохранения массы при химических превращениях, или, если не уходить так далеко, только «поверхностно

знакомый» с экспериментальной и теоретической физикой великий политик и несостоявшийся адвокат В. Ильин [137, с. 249] уверенно заявил, что «электрон так же *неисчерпаем*, как и атом, природа бесконечна, но она бесконечно существует …». В недавнем прошлом это высказывание цитировали скорее по традиции как иллюстрацию гениальности автора, но никто не требовал подтверждений этого взгляда. Но и в наше время даже после формирования стандартной модели элементарных частиц понятие *неисчерпаемости* не утратило актуальности [104-107].

Впрочем, любой «поверхностно знакомый» человек с какой-либо сферой деятельности, движимый дискомфортом непонимания, будет *искать* пути и методы объяснения проблем, не оставляющих в покое его душу и тело. И если у него нет «специальной подготовки», то он будет *искать* ответы на эти вопросы, чтобы прийти к состоянию понимания. В связи с этим Владимир Ильич Ленин (всё-таки раскроем псевдоним В. Ильина) в предисловии к первому изданию своих «Критических заметок» счёл нужным заметить, что «… если бы наши философы говорили не от имени марксизма, а от имени нескольких «ищущих» марксистов, то они проявили бы больше уважения и к себе самим и к марксизму. Что касается до меня, то я тоже – «*ищущий*» в философии (курсив мой, – Ю.Е.). Именно: в настоящих заметках я поставил себе задачей разыскать, на чём свихнулись люди, преподносящие под видом марксизма нечто невероятно сбивчивое, путаное и реакционное» [137, с. 8].

Журналист Виталий Дымарский, основавший периодическое издание «Дилетант», взял в качестве его постоянного эпиграфа провокационно звучащую фразу «Я знаю, что я ничего не знаю», не указавши ссылку на автора, как этого требует издательская этика. Дело в том, что этот якобы афоризм любой читатель припишет Сократу (дескать, кто же этого не знает?). Данная ситуация – типичный пример «забалтывания» любых великих идей и их опошления (см. главу 5). Можно выявить подлинный смысл этого эпиграфа, только обратившись к первоисточнику.

Прошу запастись терпением: «… Сам я, конечно, нимало не осознаю себя мудрым; <…> потом … прибегнул к такому решению вопроса: пошёл я к одному из тех людей, которые слывут мудрыми, думая, что … вот этот, мол, мудрее меня… Ну и когда я присмотрелся к этому человеку <…> (да побеседовал с ним), то мне показалось, что этот муж только кажется мудрым и многим другим, и особенно самому себе, а чтобы в самом деле он был мудрым, этого нет. <…> Уходя отсюда, я рассуждал сам с собою, что этого-то человека я мудрее, потому что мы с ним, пожалуй, оба ничего в совершенстве не знаем, но он, не зная, думает, что что-то знает, а я коли уж не знаю, то и не думаю, что знаю. На такую-то малость, думается мне, я буду мудрее, чем он, раз я, не зная чего-то, и не воображаю, что знаю эту вещь. Оттуда я пошёл к другому, из тех, которые кажутся мудрее, чем тот, и увидал то же самое. <…> Нечто подобное, как мне показалось, испытывают и поэты; и в то же время я заметил, что вследствие своего поэтического дарования они считали себя мудрейшими из людей и в остальных отношениях, чего на деле не было. Ушёл я и оттуда, думая, что превосхожу их тем же самым, чем и государственных людей.

Под конец пошёл я к ремесленникам. Про себя я знал, что я попросту ничего не знаю, ну а уж про этих мне было известно, что я найду их знающими много хорошего. И в этом я не ошибся: в самом деле, они знали то, чего я не знал, и этим были мудрее меня. Но, о мужи афиняне, мне показалось, что они грешили тем же, чем и поэты: оттого, что они хорошо владели искусством, каждый считал себя самым мудрым также и относительно прочего, самого важного, и эта ошибка заслоняла собою ту мудрость, какая у них была; так что, возвращаясь к изречению, я спрашивал сам себя, что бы я для себя предпочёл, оставаться ли мне так, как есть, не будучи ни мудрым их мудростью, ни невежественным их невежеством, или, как они, быть и тем и другим. И я отвечал самому себе и оракулу, что для меня выгоднее оставаться как есть» [341].

Таким образом, и Сократа, о делах и мыслях которого мы знаем только со слов Платона и Ксенофонта (сам он никогда и ничего не писал), можно причислять к дилетантам, поскольку у него не было ни в чём «специальной подготовки», но его мучила жажда познания на уровне «поверхностного знакомства» с наукой, искусством и ремеслом. И всё-таки самым главным и первым словом в вышеуказанном словарном определении *дилетанта* является ненаучное понятие *любитель*, ибо науку всегда создавали люди, которые занимались ею из любви к ней.

С.46. * 2. Поппер: *три тезиса об эпистемологии и третьем мире* [93, с.439-447]. «Я, по-видимому, породил бы глубокие сомнения у тех, кто знает о моём отрицательном отношении к Платону и Гегелю, если бы назвал свою лекцию «Теория платоновского мира» или «Теория объективного духа». Главной темой настоящего доклада будет то, что я называю – за неимением лучшего термина – «*третьим миром*». Попытаюсь объяснить это выражение. Если использовать слова «мир» или «универсум» не в строгом смысле, то мы можем различить следующие три мира или универсума: во-первых, мир физических объектов или физических состояний; во-вторых, мир состояний сознания, мыслительных (ментальных) состояний, и, возможно, диспозиций к действию; в-третьих, мир *объективного содержания мышления*, прежде всего содержания научных идей, поэтических мыслей и произведений искусства. Поэтому то, что я называю «третьим миром», по-видимому, имеет много общего с платоновской теорией форм или идей и, следовательно, также с объективным духом Гегеля, хотя моя теория в некоторых решающих аспектах радикальным образом отличается от теорий Платона и Гегеля. Они имеет много общего с теорией Больцано об универсуме суждений самих по себе, но отличается также и от этой теории. Мой третий мир по своему смыслу ближе всего находится к универсуму объективного содержания Фреге.

[Примечание. Бернард Больцано (1781-1848) – чешский математик, философ, теолог. Для его философии характерно сочетание диалектического атомизма (простые субстанции непрерывно взаимодействуют и изменяются) и платонизма (учение об «истинах в себе», «чистых понятиях» и пр.).

Готлоб Фреге (1848-1925) – немецкий логик и математик. Построил систему формализованной арифметики на основе разработанного им расширенного исчисления предикатов с целью обоснования идеи сведéния математики к логике (т.е. концепции *логицизма*). См. [342], – Ю.Е.]

Конечно, мои вышеприведённые рассуждения не следует понимать таким образом, что мы не можем перечислить наши миры совершенно другими способами или даже вообще их не перечислять. В частности, мы могли бы различить более чем три мира. Мой термин «третий мир» есть просто удобная форма выражения.

Отстаивая концепцию объективного третьего мира, надеюсь побудить к размышлению тех, кого я называю «*философами веры*»: тех, кто, подобно Декарту, Локку, Беркли, Юму, Канту или Расселу, занимается исследованием нашей субъективной веры, её основы и происхождения. Выступая против философов веры, я считаю, что наша задача состоит в том, чтобы находить лучшие решения наших проблем и более смелые теории, исходя при этом из *критического предпочтения, а не из веры*.

Вместе с тем с самого начала я хочу признать, что я реалист: я полагаю, отчасти подобно наивному реалисту, что существует физический мир и мир состояний сознания и что они взаимодействуют между собой, и я считаю также, что существует третий мир – в смысле, который я объясню подробно далее.

Обитателями моего третьего мира являются прежде всего *теоретические системы*, другими важными его жителями являются *проблемы и проблемные ситуации*. Однако его важными обитателями – это я буду специально доказывать – являются *критические рассуждения* и то, что может быть названо – по аналогии с физическим состоянием или состоянием сознания – *состоянием дискуссий* или *состоянием критических споров*; конечно, сюда относится и содержание журналов, книг и библиотек.

Большинство оппонентов идеи об объективном третьем мире, конечно, допускает, что существуют проблемы, предположения, теории, аргументы, рассуждения, журналы и книги. Но они обычно говорят, что все эти явления по своему характеру являются символическими или лингвистическими *выражениями* субъективных ментальных состояний или, возможно, поведенческих диспозиций к действию. <…> В противоположность этому я утверждаю, что все эти явления и их содержание нельзя относить ко второму миру.

Позвольте мне повторить одно из моих обычных обоснований (более или менее) *независимого существования третьего мира*.

Рассмотрим два мысленных эксперимента.

Эксперимент 1. Предположим, что все наши машины и орудия труда разрушены, а также уничтожены все наши субъективные знания, включая субъективные знания о машинах и орудиях труда и умение пользоваться ими. Однако *библиотеки и наша способность учиться, усваивать их содержание выжили.* Понятно,

что после преодоления значительных трудностей наш мир может начать развиваться снова.

Эксперимент 2. Как и прежде, машины и орудия труда разрушены, уничтожены и наши субъективные знания, включая субъективные знания о машинах и орудиях труда и умение пользоваться ими. Однако на этот раз *уничтожены и все библиотеки*, так что наша способность учиться, используя книги, становится невозможной.

Если вы поразмыслите над этими двумя экспериментами, то реальность, значение и степень автономии третьего мира (так же как и его воздействие на второй первый миры), возможно, сделаются для вас немного более ясными. Действительно, во втором случае возрождение нашей цивилизации не произойдёт в течение многих тысячелетий.

Я хочу в данной лекции обосновать три главных тезиса, которые относятся к эпистемологии, при этом эпистемологию я рассматриваю как теорию *научного знания*.

Мой первый тезис состоит в следующем. Традиционная эпистемология исследует знание или мышление в субъективном смысле, то есть в духе обычного употребления слов «я знаю» или «я мыслю». По-моему, это приводит людей, занимающихся эпистемологией, к несообразностям: стремясь исследовать научное знание, они фактически исследуют нечто такое, что не имеет отношения к научному знанию, ибо *научное знание* не есть просто знание в смысле обычного использования слов «я знаю». В то время как знание в смысле «я знаю» принадлежит к тому, что я называю «вторым миром», миром «субъектов», научное знание принадлежит к третьему миру, к миру объективных теорий, объективных проблем и объективных рассуждений.

Таким образом, мой первый тезис состоит в том, что традиционная эпистемология, то есть эпистемология Локка, Беркли, Юма и даже Рассела, не соответствует в некотором строгом смысле этого слова стоящей перед ней цели. Следствием этого тезиса является то, что большая часть и современной эпистемологии также не соответствует своей цели. К ней относится, в частности, современная эпистемическая логика, *если* мы признаем, что её задача состоит в построении теории *научного знания*. Однако любой эпистемический логик может легко избежать моей критики, если он просто заявит, что его целью не является развитие *теории научного знания*.

Мой первый тезис, следовательно, содержит утверждение о наличии двух различных смыслов понятий знания или мышления: (1) *знание или мышление в субъективном смысле*, состоящее из состояний ума, сознания или диспозиции действовать определённым образом; (2) *знание или мышление в объективном смысле*, состоящее из проблем, теорий и рассуждений, аргументов как таковых. Знание в этом объективном смысле в целом не зависит от чьего-либо требования нечто знать; оно также не зависит от чьей-либо веры или диспозиции соглашаться, утверждать или действовать. Знание в объективном смысле есть *знание без того, кто знает*: оно есть *знание без познающего субъекта*. О мышлении в объективном смысле Фреге писал: «Под *суждением* я понимаю не субъективную деятельность мышления, а его *объективное содержание*» <…>

Мой *второй тезис* состоит в том, что эпистемология должна заниматься исследованием научных проблем и проблемных ситуаций, научных предположений (которые я рассматриваю просто как другое название для научных гипотез или теорий), научных дискуссий, критических рассуждений, той роли, которую играют эмпирические свидетельства в аргументации, и поэтому исследованием научных журналов и книг, экспериментов и их значения для научных рассуждений. Короче, для эпистемологии решающее значение имеет исследование третьего мира объективного знания, являющегося *в значительной степени автономным*.

Эпистемологическое исследование, как я характеризую его в моём втором тезисе, не предполагает, что учёные претендуют на то, что их предположения истинны, что они «познали» их в субъективном смысле слова «познать» или что они убеждены в них. Поэтому хотя в целом они не претендуют на то, что действительно знают, они, развивая свои исследовательские программы, действуют на основе догадок о том, что является и что не является продуктивным и какая линия исследования обещает привести к обогащению третьего мира объективного знания. Другими словами, учёные действуют на основе догадок или, если хотите, *субъективного убеждения* (так мы может называть субъективную основу некоторого действия) относительно того,

что обещает неминуемый *рост третьего мира объективного знания*.

Сказанное, я полагаю, является аргументом в пользу как моего *первого тезиса* (об иррелевантности субъективистской эпистемологии), так и моего *второго тезиса* (о релевантности объективной эпистемологии).

[Примечание. Релевантность (<англ. relevant уместный, относящийся к делу). Смысловое соответствие между информационным запросом и полученным сообщением. Релевантный – существенный, значимый. Иррелевантность – понятие, противоположное релевантности.]

Вместе с тем я выдвигаю ещё и *третий тезис*. Он состоит в следующем: объективная эпистемология, исследующая третий мир, может в значительной степени пролить свет на второй мир субъективного сознания, особенно на субъективные процессы мышления учёных, но *обратное не верно*.

Таковы мои три главных тезиса.

Наряду с ними я формулирую три дополнительных тезиса. Первый из них состоит в том, что третий мир есть естественный продукт человеческого существа, подобному тому как паутина является продуктом поведения паука.

Второй дополнительный тезис (я думаю, что он имеет очень важное значение) состоит в том, что третий мир в значительной степени *автономен*, хотя мы постоянно воздействуем на него и подвергаемся воздействию с его стороны. Он является автономным, несмотря на то, что он есть продукт нашей деятельности и обладает сильным обратным воздействием на нас, то есть воздействием на нас как жителей второго и даже первого миров.

Третий дополнительный тезис состоит в том, что посредством этого взаимодействия между нами и третьим миром происходит рост объективного знания и что существует тесная аналогия между ростом знания и биологическим ростом, то есть эволюцией растений и животных».

С.129. *3. Например, «*экосистема* – пространственно определенная совокупность живых организмов разных видов и среды их обитания, объединённых вещественно-энергетическими и информационными взаимодействиями». [296]. Есть и более краткое и ёмкое определение: «*экосистема* представляет функциональное единство организмов и окружающей среды» [297].

С другой стороны, «*биогеоценоз* – это элементарная наземная экосистема, главная форма существования природных экосистем» [296]. Практически это одно и то же, если не упоминать об одной особенности: «Понятие экосистемы не ограничивается какими-либо признаками ранга, размера сложности или происхождения. Поэтому оно приложимо как к относительно простым искусственным (аквариум, теплица, пшеничное поле, обитаемый космический корабль), так и к сложным естественным комплексам организмов и среды их обитания (лес, болото, озеро, океан, биосфера)» [296].

Этим терминам в известной степени повезло. Мне известна только одна особенность. В немецкоязычных текстах обычно встречается термин *геобиоценоз*, а не *биогеоценоз*. А в литературе ЧССР было предложено заменить *биогеоценоз* термином *геобиоценоз* на том основании, что главное в этом образовании биоценоз, приставка же «гео» подчёркивает необходимость учёта всех составных элементов среды [298].

Строго руководить исторически складывающейся научной терминологией межпредметного и надпредметного характера очень сложно, может быть, и невозможно, но самое главное – не нужно. Такая строгость оправдана только по отношению к понятиям формализованных естественных наук и математики, имеющих международное признание и установившееся единство смысла терминов, излагаемых на разных национальных языках. Значительная доля международной научной терминологии происходит из древнегреческого языка и латыни. Но эти словари уже не могут обеспечить растущую научную фактологию и теории нового времени вследствие непредсказуемого разнообразия следствий прогресса. Поэтому в ход пошли слова национальных языков авторов открытий и изобретений. Эти термины либо усваиваются иноязычными словарями непосредственно, либо получают адекватный перевод. Например, der Strom – река, поток, электроток, – появившийся в немецкоязычных текстах Ома и его современников, не вошёл в русские словари в виде «штрома», а в переводе, в виде термина «ток». Подобные переводы предлагал ещё Ломоносов: водород и кислород вместо гидроген и оксиген и др. Но в последние полтора столе-

тия в русскоязычный научный словарь иноязычные термины стали включаться без перевода. Это в основном англицизмы, хлынувшие в наш язык во времена Перестройки. Развивающиеся компьютерные технологии и сервисы породили новый терминологический поток: айпэд, бот, букридер, вебинар, виджет, википедия, джипиэс, мессенджер, ноутбук, файервол и др., и пр. Под этот передел попала мобильная телефония (андроид, смартфон и др.), спорт, аэробика и фитнес (скудинг, флайсёрфинг, беллиданс и др.). Немецкий философ, один из крупнейших мыслителей 20 в., Мартин Хайдеггер подчёркивал, что язык есть дом бытия. В жилище языка обитает человек. Повсюду и стремительно разрастающееся опустошение языка не только подтачивает эстетическую и нравственную ответственность во всех употреблениях языка. Оно коренится в разрушении человеческого существа.

Если в петровскую эпоху в нашу культуру, науку и язык иноязычные термины из европейских языков (голландского, немецкого, затем французского) импортировались русскими учёными и инженерами, поскольку мы учились у Европы, то в наше время наблюдается языковая интервенция, которую невозможно остановить. Мнение Хайдеггера, скорей всего, не затрагивает интересы наших научных и образовательных дирижёров, а, может быть, и вовсе неизвестно им.

С.122. * 4. Гуманитарные науки нередко склоняются к метафоризации. Но исключением является юриспруденция и тексты официально принимаемых законов. Так, грамотный судья никогда не спутает чётко сформулированные юридические термины *кража*, *грабёж* и *разбой* и не будет подводить их под общий термин преступное поведение или *криминал*. А грамотный политолог не будет путать *президента* с *монархом*, это даже метафорически выглядит неприлично. Хотя в исключительных случаях, без претензии на обязательность такая метафоризация имела место быть. Так, Николай II, заполняя анкету статистического опроса где-то в начале прошлого века, в графе «Ваша специальность» написал «Хозяин земли Русской», а не «царь», «император» и тем более не «государь император». Но это в своём роде исключительный случай, когда юридически строгий термин был истолкован с помощью словосочетания литературно-художественного происхождения.

Однако вся наша «просвещённая» элита *Председателя правительства РФ* именует *Премьер-министром*, а *Председателя Государственной думы* и *Председателя Совета Федерации* какими-то *спикерами*. Так что желание расширить терминологический словарь иногда оправдывается стремлением сделать свои тексты понятнее, а иногда это «расширение» является следствием низкой культуры и проявлением стадного чувства (вот, мол, как они – американцы, французы и др. так и мы). Может быть, проще было бы не следить за строгой однозначностью государственно-политического словаря, а внести поправку в Конституцию РФ, узаконив должности премьер-министра и спикеров, а заодно и вице-премьеров и вице-спикеров (их число непредсказуемо). Ведь поменяли мы после «Интернационала» свой гимн четыре раза. Так что опыт *ребрендинга* (какой красивый термин!) у нас очень богатый.

С.122. * 5. Пекелис: «Я не включал в неё неопубликованные или же шутливые вроде: «Кибернетика – это то, чем занимаются люди, называющие себя кибернетиками».

Начал, естественно, с классического определения «отца кибернетики» Винера: «Наука об управлении и связи в живых организмах, машинах и обществе». Все остальные (а всего их у меня набралось около пятидесяти) расположились между сверхлаконичным – «Наука об управлении» и парадоксальным – «кибернетика не есть в точности ни наука, ни дисциплина, но движение идей».

Вот определение одного из первых кибернетиков, биолога У. Росс Эшби, который, по словам академика Колмогорова, основательно изучил отвлечённую математическую сторону дела: «Кибернетика даёт нам общий комплекс понятий, которым можно подчинить соответствующие аналогии из любой отрасли науки и техники и таким образом найти взаимосвязи между ними».

Определение самого Андрея Николаевича Колмогорова: «Наука, занимающаяся изучением систем любой природы, способных воспринимать, хранить и перерабатывать информацию и использовать её для управления».

Французский кибернетик Л. Куффиньяль на первый взгляд согласен с этим, но отказывает кибернетике в праве называться наукой: «Кибернетика – искусство обеспечивать эффективность действия».

Для члена-корреспондента АН СССР А.А. Маркова, известного математика, кибернетика, – это «общая теория причинных сетей, трактуемых с точностью до изоморфизма».

А вот два «официальных» определения кибернетики.

Первое. «Наука о процессах управления в сложных динамических системах, основывающаяся на теоретическом фундаменте математики и логики, а также на применении средств автоматики, особенно электронных вычислительных, управляющих и информационно-логических машин». («Философская энциклопедия»). Сформулировано оно в соответствии с идеями Акселя Ивановича Берга.

Второе. «Наука об общих законах получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах» («Энциклопедия кибернетики»). Сформулировано Виктором Михайловичем Глушковым.

«Кибернетика – наука о системах, обладающих жизнеспособным поведением, т.е. поведением, целью которого является выживание». Такое определение дал английский кибернетик Стаффорд Бир, назвавший кибернетику ещё и наукой со «сложной родословной и большими требованиями».

Академик Борис Николаевич Петров, по совету которого я и собирал определения кибернетики, считал, что наличие многих определений, часто исключающих друг друга, говорит об отсутствии не только единого, а хотя бы более или менее определенного мнения о предмете науки.

Почти то же самое сказал мне однажды и академик Никита Николаевич Моисеев. Он категорически возражал против употребления в наши дни термина «кибернетика». Теория управления – пожалуйста, но кибернетика… Такого же мнения придерживаются многие, например, академики А.А. Дородницын и А.А. Самарский.

Но как же так, спрашиваю я, для одних академиков кибернетика как бы нежелательна, её как бы и не существует, а для других … Ведь возглавляет академик Е.П. Велихов Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президенте Академии наук СССР, а академик В.А. Мельников Институт проблем кибернетики (институт академический). И академик В.С. Михалевич в украинской академии возглавляет Институт кибернетики имени В.М. Глушкова.

Как это ни странно, но кибернетика, достигнув известной степени зрелости, сама своим развитием поставила вопрос о необходимости сузить свой предмет.

Вряд ли сегодня кто-либо будет повторять вслед за экспансивными французскими учёными, сказавшими однажды: «Кибернетика управляет миром!» Многим стало ясно: надо исключить из круга интересов кибернетики всё, что решается обычными традиционными «докибернетическими» способами, и развивать новые нетрадиционные методы – чисто кибернетические. В частности, то, что теперь называется «искусственный интеллект», то, что связано с адаптационными, приспособительными явлениями, как внешними, так и внутренними – в самой системе.

Стало также очевидным, что выделившаяся из кибернетики информатика, дисциплина практическая, была вызвана к жизни потребностями практики, в частности компьютеризации. В своей исполнительской части информатика базируется на ЭВМ. Перерабатывая информацию, она выдаёт новую, открывая принципиально новые информационные ресурсы.

Думаю, меня не осудят за фразу: «В недрах кибернетики родилась новая научная технология».

С.123. *6. Несколько замечаний о «придуманных словах». Как заметил Гюстав Флобер, то, что понимают плохо, часто стараются объяснить с помощью слов, которые не понимают. Это характерный признак не специальных естественнонаучных текстов, использующих формализованные языки (математика, логика, семиотика и др.), а, скорее черта различных гуманитарных учений, претендующих на межпредметный статус, включая философию.

В частности, этот лексикон раздражал Ленина, называвшего его «учёно-философской тарабарщиной», к которой он относил особую терминологию Авенариуса, «… создавшего бесконечное обилие разных «нуталов», «секуралов», «фиденциалов» и пр. и пр. Наши русские махисты стыдливо обходят по большей части эту профессорскую галиматью, лишь изредка стреляя в читателя (для оглушения) каким-нибудь «экзистенциалом» и т.п. Но если наивные люди берут эти словечки за особую биомеханику, то немецкие философы – сами любители «мудрёных» слов – смеются

над Авенариусом. Сказать ли: «нотал» (notus = известный) или сказать, что мне то-то известно, совершенно всё равно, – говорит Вундт в параграфе, озаглавленном: «Схоластический характер эмпириокритической системы». <…> Один из преданнейших учеников Авенариуса, Р. Вилли, имел мужество откровенно сознаться в этом. «Авенариус мечтал о биомеханике, – говорит он, – но придти к пониманию жизни мозга можно только посредством фактических открытий, а никак не тем способом, как пытался это сделать Авенариус. Биомеханика Авенариуса не опирается решительно ни на какие новые наблюдения; её отличительная черта – чисто схематические конструкции понятий; и притом такие конструкции, которые не имеют даже характера гипотез, открывающих известную перспективу, – это простые шаблоны спекуляции (blosse Spekulierschablonen), которые, как стена, загораживают от нас вид вдаль» [137, с. 81].

Вот ещё пара примеров более позднего происхождения: «Экспликация возможных фундаментальных инноваций, которым ещё предстоит дивергировать в ключевые факторы посткризисной волны развития, не есть дело экономической науки…».

«Объяснение интерпретируется как редукция. Однако редукция при этом понимается по-разному и при её анализе делаются различные акценты. Для крайне элиминативной точки зрения редуцируемость может означать эксплицитную определимость терминов, в других случаях – ограниченную переводимость и лишь частичную спецификацию значений, дедуцируемость множеств эмпирически верифицируемых высказываний из других таких множеств. Она может означать и экстенсиональное тождество редуцируемых и редуцирующих терминов или экстенсиональный изоморфизм редуцируемых и редуцирующих теорий при сохранении интенсиональных различий между ними…».

Сознательно не даю ссылок на эти цитаты, так как они принадлежат уважаемым мною авторам. Но, как говорится, – ребята, нельзя ли как-нибудь попроще? Могли же обходиться без подобного «речекряка» Берталанфи, Богданов или Чижевский … Например, Ленин, который умел пользоваться языком, доступным широким народным массам, упрекал Бухарина «… в подмене диалектики марксизма эклектизмом (особенно распространённым у авторов разных «модных» и реакционных философских систем). <…> На дискуссии 30 декабря он говорил:

«Товарищи, на многих из вас споры, которые здесь происходят, производят впечатление, примерно, такого характера: приходят два человека и спрашивают друг у друга, что такое стакан, который стоит на кафедре. Один говорит: «это стеклянный цилиндр, и да будет предан анафеме всякий, кто говорит, что это не так». Второй говорит: «Стакан, это – инструмент для питья, и да будет предан анафеме тот, кто говорит, что это не так».

Этим примером Бухарин хотел, как видит читатель, популярно объяснить мне вред односторонности. Я принимаю это пояснение с благодарностью и, чтобы доказать делом мою благодарность, я отвечаю популярным объяснением того, что такое эклектизм в отличие от диалектики.

Стакан есть, бесспорно, и стеклянный цилиндр и инструмент для питья. Но стакан имеет не только эти два свойства или качества или стороны, а бесконечное количество других свойств, качеств, сторон, взаимоотношений и «опосредствований» со всем остальным миром. Стакан есть тяжёлый предмет, который может быть инструментом для бросания. Стакан может служить как пресс-папье, как помещение для пойманной бабочки, стакан может быть ценность, как предмет с художественной резьбой или рисунком, совершенно независимо от того, годен ли он для питья, сделан ли он из стекла, является ли форма его цилиндрической или не совсем, и так далее и тому подобное.

Далее. Если мне нужен стакан сейчас, как инструмент для питья, то мне совершенно не важно знать, вполне ли цилиндрическая его форма и действительно ли он сделан из стекла, но зато важно, чтобы в дне не было трещины, чтобы нельзя было поранить себе губы, употребляя этот стакан и т.п. Если же мне нужен стакан не для питья, а для такого употребления, для которого годен всякий стеклянный цилиндр, тогда для меня годится и стакан с трещиной в дне или даже вовсе без дна и т.д.

Логика формальная, которой ограничиваются в школах (и должны ограничиваться – с поправками – для низших классов школы), берёт формальные определения, руководясь тем, что наиболее обычно или что чаще всего бросается в глаза, и ограничивается этим. Если при этом берутся два или более различ-

ных определения и соединяются вместе совершенно случайно (и стеклянный цилиндр и инструмент для питься), то мы получаем эклектическое определение, указывающее на разные стороны предмета и только.

Логика диалектическая требует того, чтобы мы шли дальше. Чтобы действительно знать предмет, надо охватить, изучить все его стороны, все связи и «опосредования». Мы никогда не достигаем этого полностью, но требование всесторонности предостережёт нас от ошибок и от омертвения. Это во-1-х. Во-2-х, диалектическая логика требует, чтобы брать предмет в его развитии, «самодвижении» (как говорит иногда Гегель), изменении. По отношению к стакану это не сразу ясно, но и стакан не остаётся неизменным, а в особенности меняется назначение стакана, употребление его, *связь* его с окружающим миром. В-3-х, вся человеческая практика должна войти в полное «определение» предмета и как критерий истины и как практический определитель связи предмета с тем, что нужно человеку. В-4-х, диалектическая логика учит, что «абстрактной истины нет, истина всегда конкретна», как любил говорить, вслед за Гегелем, покойный Плеханов. <…> Я, разумеется, не исчерпал понятия диалектической логики. Но пока довольно и этого. Можно перейти от стакана к профсоюзам и к платформе Троцкого» [342].

Вот хрестоматийное подтверждение того, что в сложных философских текстах, переполненных подчас всякими «экзистенциалами», «парадигмами», – не говоря уж о «дивергировании возможных фундаментальных инноваций, нуждающихся в экспликации», русский читатель без стакана не разберётся. Может быть, после этого и не нужно изучать диалектику «по Гегелю».

Диалектика, как известно, философский термин старый, истоки которого коренятся ещё в текстах Аристотеля и Платона. Тем не менее, имеет смысл обратиться к изложению «основных черт» диалектики *в марксистском истолковании* хотя бы для того, чтобы восстановить или сформировать ориентировочное знание об этом предмете. Во всяком случае предлагаемый текст не содержит никаких красивозвучащих «измов» и не нуждается в использовании стакана в качестве инструмента в углублении знания.

Марксистский диалектический метод характеризуется следующими основными чертами [343]:

«а) В противоположность метафизике диалектика рассматривает природу не как случайное скопление предметов, явлений, оторванных друг от друга, изолированных друг от друга и не зависимых друг от друга, – а как связное, единое целое, где предметы, явления органически связаны друг с другом, зависят друг от друга и обусловливают друг друга.

Поэтому диалектический метод считает, что ни одно явление в природе не может быть понято, если взять его в изолированном виде, вне связи с окружающими явлениями, ибо любое явление в любой области природы может быть превращено в бессмыслицу, если его рассматривать вне связи с окружающими условиями, в отрыве от них, и, наоборот, любое явление может быть понято и обосновано, если оно рассматривается в его неразрывной связи с окружающими явлениями, в его обусловленности от окружающих его явлений.

б) В противоположность метафизике диалектика рассматривает природу не как состояние покоя и неподвижности, застоя и неизменяемости, а как состояние непрерывного движения и изменения, непрерывного обновления и развития, где всегда что-то возникает и развивается, что-то разрушается и отживает своё век. Поэтому диалектический метод требует, чтобы явления рассматривались не только с точки зрения их взаимной связи и обусловленности, но и с точки зрения их движения, их изменения, их развития, с точки зрения их возникновения и отмирания. <…>

в) В противоположность метафизике диалектика рассматривает процесс развития, не как простой процесс роста, где количественные изменения не ведут к качественным изменениям, – а как такое развитие, которое переходит от незначительных и скрытых количественных изменений к изменениям открытым, к изменениям коренным, изменениям качественным, где качественные изменения наступают не постепенно, а быстро, внезапно, в виде скачкообразного перехода от одного состояния к другому состоянию, наступают не случайно, а закономерно, наступают в результате накопления незаметных и постепенных количественных изменений.

Поэтому диалектический метод считает, что процесс развития следует понимать не как движение по кругу, не как простое повторение пройденного, а как движение поступательное, как движение по восходящей линии, как переход от старого качественного состо-

яния к новому качественному состоянию, как развитие от простого к сложному, от низшего к высшему. <…>

г) В противоположность метафизике диалектика исходит из того, что предметам природы, явлениям природы свойственны внутренние противоречия, ибо все они имеют свою отрицательную и положительную сторону, своё прошлое и будущее, своё отживающее и развивающееся, что борьба этих противоположностей, борьба между старым и новым, между отмирающим и нарождающимся, между отживающим и развивающимся, составляет внутреннее содержание процесса развития, внутреннее содержание превращения количественных изменений в качественные.

Поэтому диалектический метод считает, что процесс развития от низшего к высшему протекает не в порядке гармонического развёртывания явлений, а в порядке раскрытия противоречий, свойственных предметам явления, в порядке «борьбы» противоположных тенденций, действующих на основе этих противоречий».

Предлагаемое извлечение не содержит примеров, иллюстрирующих практику применения этих четырёх «черт». В оригинале [343] они присутствуют. Это высказывания и комментарии Энгельса. Не составляет труда обратиться к первоисточнику.

В этом тексте диалектический метод противопоставляется метафизике, т.е. учению о наиболее общих основаниях бытия, выраженных в отвлечённых, непосредственно не выводимых из опыта, понятиях. Но в марксистской философской традиции так было принято называть метод, который, якобы, рассматривает явление вне их взаимной связи и развития; более того, в обыденной речи так стали называть что-либо отвлечённое, умозрительное, малопонятное, туманное, бессодержательное и (в особенности в Сталинскую эпоху) даже политически вредное, реакционное и антимарксистское.

В настоящее время этот термин «реабилитирован» и во многом совпадает с общенаучной методологией, которая изучает научное знание и научную деятельность [214, с. 329].

В то же время и само изложение четырёх «черт» диалектики включает некие метафорические и почти художественные понятия, нуждающиеся в дополнительном истолковании. Например, что такое «неразрывная связь» явления в его «обусловленности от окружающих его явлений»? Или – «что такое скачкообразный переход» от одного состояния к другому? Иными словами, это «разрыв» связи между двумя состояниями, хотя диалектика требует рассмотрения «неразрывных» связей.

Конечно, сам по себе этот текст представляет собой «выстраданное» обобщение общечеловеческого метода объяснения и понимания *сложных* объектов, явлений и понятий, принадлежащих сфере науки. Подобное обобщение присутствует в религии и этике, например, декалог Моисея (перечень запретов и рекомендаций) и нагорная проповедь Христа. Но в реальной практике эти тексты и своды правил не мешали многим деятелям и мыслителям совершать не только ошибки, но и *преднамеренно иначе истолкованное предписание*. Поэтому были, есть и будут *еретики* как в религии, так и в науке. С одной стороны это Лютер и Кальвин, а с другой – Митин и Презент, которые, применяя марксистскую диалектику, чуть не угробили генетику.

Взаимоотношения между учёными (в первую очередь представляющими естественные науки) и профессиональными философами в XX в. оказались очень сложными. Как пишет Ю.С. Владимиров [344]:

«Этот факт отмечали многие известные физики. Так, Э. Мах в предисловии к «Познаниям и заблуждениям» писал, что он «вовсе не философ, а только естествоиспытатель. Если меня тем не менее порой, и несколько шумно, причисляли к первым, то я за это не ответственен. Но я не желаю также, разумеется, быть таким естествоиспытателем, которой слепо доверяется руководительству одного какого-нибудь философа, как это требовал, например, от своего пациента врач в комедии Мольера. <…> Прежде всего, я поставил себе целью не ввести новую философию в естествознание, а удалить из неё старую, отслужившую свою службу. <…> Среди многих философских систем, появлявшихся на свет с течением времени можно насчитать не мало таких, которые самими философами признаны ложными <…>. Такие философские системы, не только бесполезные в естествознании, но и создающие вредные, бесплодные, мнимые проблемы, ничего лучшего не заслужили, как устранение. Если я этим сделал кое-что хорошее, то это собственно заслуга философов…» [345].

Позднее некоторые физики-теоретики высказывались по этому вопросу более рез-

ко. Например, в «Фейнмановских лекциях по физике» можно найти такие слова: «Эти философы всегда топчутся около нас, они мельтешат на обочинах науки, то и дело порываясь сообщить нам что-то. Но никогда на самом деле они не понимали всей тонкости и глубины наших проблем» [346].

Аналогичные претензии сформулированы другим Нобелевским лауреатом С. Вайнбергом в книге «Мечты об окончательной теории», шестая глава которой имеет характерное название «Против философии». «Я знаю, как относятся философы к любительским философским потугам учёных. Но я стремлюсь здесь изложить точку зрения не философа, а рядового специалиста, неиспорченного работающего ученого, который не видит в профессиональной философии никакой пользы. Не я один разделяю такие взгляды – мне неизвестен *ни один* учёный, сделавший заметный вклад в развитие физики в послевоенный период, работе которого существенно помогли бы труды философов. В предыдущей главе я упоминал о том, что Вигнер назвал «непостижимой эффективностью» математики. Здесь я хочу указать на другое в равной степени удивительное явление – «непостижимую неэффективность философии». Даже если в прошлом философские доктрины и оказывали какое-то полезное воздействие на учёных, влияние этих доктрин затягивалось на слишком долгое время, принося в конце концов тем больше проблем, чем дольше эти доктрины оставались в употреблении» [347].

Как нам представляется, в процитированном высказывании Вайнберг имеет в виду не философию вообще, а готовые философские системы. Далее он пишет: «В охоте на окончательную теорию физики больше напоминают собак с хорошим чутьём, чем зорких соколов: мы рыщем в поисках следов красоты, которую надеемся найти в законах природы, но, по-видимому, не можем усмотреть путь к истине с высоты философии». На ряде примеров Вайнберг демонстрирует, что готовые философские системы в столкновении с физикой, как правило, порождают больше проблем, чем решают. В частности, он приводит пример пагубного влияния философии диалектического материализма на науку в СССР» [344].

10. ЛИТЕРАТУРА

1. Шрёдингер Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика. М.: Атомиздат, 1972.
2. Хайдеггер М. Что зовётся мышлением? М.: Академический проект, 2010.
3. Фейнман Р. Характер физических законов. М.: Мир, 1968. С. 60.
4. Налимов В.В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. М.: Наука, 1979.
5. Новейший словарь иностранных слов/Авт.-сост. Е.А.Окунцова, М.: Айрис-пресс. 2009. С. 151.
6. Словарь русского языка/сост. С.И. Ожегов. М.: Госиздат, 1952. С. 675, 243, 480.
7. Современный словарь иностранных слов, М.: Рус. яз., 1992. С. 177, 196, 201, 295, 562, 579.
8. Блауберг И.В. Часть и целое/ И.В. Блауберг, Б.Г. Юдин// Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983. С. 768.
9. Пивоваров Д.В. Часть и целое// Современный философский словарь. 2-е изд., испр. и доп. Лондон, Франкфурт-на-Майне, Париж, Люксембург, Москва, Минск: «ПАРАПРИНТ», 1998. С. 1012.
10. Егоров Ю.В. Очерк методологии естественных наук (избранные главы истории науки и техники). Учебное пособие. Екатеринбург: УрГПУ, 2009. С. 36.
11. Медавар П. Наука о живом/ П. Медавар, Дж. Медавар. М.: Мир, 1983. С. 184.
12. Курант Р. Что такое математика? Элементарный очерк идей и методов. 2-е изд./Р. Курант, Г. Роббинс. М.: Просвещение, 1967. С. 19.
13. Курант Р. Математика в современном мире// Математика в современном мире. Сборник. М.: Мир, 1967. С. 13-27.
14. Зиновьев А.А. Логическая физика. М.: Наука, 1972.
15. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990.
16. Данцер К. Аналитика. Систематический обзор/ К. Данцер, Э. Тан, Д. Мольх. М. Химия, 1981.
17. Вант-Гофф Я.Г. Избранные труды по химии. М.: Наука, 1984. С. 103.
18. Ландау Л.Д. Статистическая физика/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. М.: Наука, 1964. С. 86.
19. Моисеев Н.Н. Человек и биосфера/ Н.Н. Моисеев, В.В. Александров, А.М. Тарко. М.: Наука, 1985. С. 179.
20. Haeckel E. Generelle Morphologie der Organismen. Bd.II.Berlin, 1866.S 286. (перевод приведён в кн.: Новиков Г.А. Основы общей экологии и охраны природы. Л.: ЛГУ, 1979. С. 10.

21. Сукачёв В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии// Избр. Труды. Л., 1971. Т. 1. С. 329.
22. Энциклопедический словарь. (в трёх томах). Т. 1. М.: гос. науч. изд-во «Большая советская энциклопедия», 1953.
23. Биологический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия, 1989.
24. Льюис Г.Н. Анатомия науки. М.: «ЛИБРОКОМ», 2011.
25. Некрасов Н.А. Физиология Петербурга// Полное собрание сочинений и писем в пятнадцати томах. Т. 11 Л.: «Наука», 1989. С. 186.
26. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1973.
27. Гумилёв Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. М.: ТОО «Мишель и К°», 1993.
28. Жоаким К. Нанонауки. Невидимая революция/ К. Жоаким, Л. Плевер. М.: Колибри, 2009. С. 36-38.
29. Никитин Е.П. Объяснение – функция науки. М.: Наука, 1970.
30. Егоров Ю.В. Методология естественных наук: человеческое измерение (избранные главы истории науки и техники): учебное пособие/ Ю.В. Егоров, Н.Н. Колясникова. Екб.: УрФУ, 2012. С. 91-104.
31. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1989. С. 165.
32. Вернадский В.И. Научное мировоззрение// На переломе. Философские дискуссии 20-годов. М.: Политиздат, 1990. С. 181.
33. Гемпель К.Г. Логика объяснения. М.: Дом интеллектуальной книги. 1998. С. 89.
34. Маритен Ж. О человеческом знании// Вопросы философии, 1997, № 5. С.106-117.
35. Ницше Ф. Сочинение в двух томах. Т. 2 М.: Мысль. 1990. С. 581.
36. Витгенштейн Л. Лекции// Людвиг Винтенштейн: человек и мыслитель. М.: «Прогресс», «Культура», 1993. С. 277.
37. Шестов Л. Власть ключей// Сочинения в двух томах. Т. 1. М.: Наука, 1993. С. 90.
38. Честертон Г.К. Вечный человек. М.: Политиздат, 1991. С. 98.
39. Льоцци М. История физики. М.: Мир, 1970.
40. Зубарев Д.Н. Переноса явления// Физический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1984. С. 528.
41. Планк М. Введение в теоретическую физику. Теория теплоты. Изд. 2-е, испр. М.: КомКнига, 2006. С. 9, 10.
42. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. М.: ИЛ, 1960. С. 13.
43. Мелихов И.В. Физико-химическая эволюция твёрдого вещества. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.
44. Планк М. Двадцать лет работы над физической картиной мира// Избранные труды. Термодинамика. Теория излучения и квантовая теория. Теория относительности. Статьи и речи. М.: Наука, 1975.
45. Планк М. Единство физической картины мира. Сборник статей. М.: Наука, 1966.
46. Лейбниц Г.В. Сочинения в четырёх томах. Т. 3. М.: Мысль, 1984. С. 73.
47. Bertalanfy L. An Outline of General Systems Theory.// The British Journal of the Philosophy of Science, 1, №2 (1950).
48. Берталанфи Л, фон. Общая теория систем – обзор проблем и результатов// Системные исследования. Ежегодник, 1969. С. 30-54.
49. Берталанфи Л, фон. История и статус общей теории систем// Системные исследования. Ежегодник, 1973. С. 20-37.
50. Хайлов К.М. Берталанфи// Большая советская энциклопедия, третье издание. Т. 3. М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1970. С. 259.
51. Бухарин Н.И. Памяти А.А. Богданова (Речь на гражданской панихиде) // Богданов А.А. Тектология: (Всеобщая организационная наука). В 2-х кн.: Кн. 2. М.: Экономика, 1989. С. 345.
52. Ленин В.И. Письмо к съезду// Сочинения. Издание четвёртое. Т. 36. М.: Гос. изд-во полит. литературы. 1957. С. 545.
53. Богданов А.А. Красная звезда (роман-утопия)// Богданов А.А. Вопросы социализма: Работы разных лет. М.: Политиздат. С. 104-203.
54. Богданов А.А. Всеобщая организационная наука (тектология). Л.-М.: Изд-во «Книга», 1925 (части I и II, издание третье, заново переработанное и дополненное).
55. Богданов А.А. Тектология: (Всеобщая организационная наука). В 2-х кн./Редкол. Л.И. Абалкин (отв. ред.) и др./ Отд-ние экономики АН СССР. Ин-т экономики АН СССР. – М.: Экономика, 1989.
56. Бухарин Н.И. Проблемы теории и практики социализма. М.: Политиздат, 1989.
57. Судебный отчёт по делу антисоветского «право-троцкистского блока». М.: Юридическое изд-во НКЮ СССР, 1938.
58. Мигдал А.Б. Физика и философия// Вопросы философии. 1990. № 1. С. 5-32.
59. Мамардашвили М.К. Как я понимаю философию. М.: Прогресс, 1990. С. 14-24.
60. Мамардашвили М.К. Мой опыт не типичен. СПб.: Азбука, 2000. С. 31-35.
61. Репрессированная наука. Л.: Наука, 1991.
62. О положении в биологической науке. Стенографический отчет сессии Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина (31 июля – 7 августа 1948 г.). М.: ОГИЗ – СЕЛЬХОЗГИЗ, 1948.
63. Состояние теории химического строения в органической химии. Стенографический отчёт Всесоюзного Совещания 11-14 июня 1951 г. М.: Изд-во АН СССР, 1952.

64. Шноль С.Э. Герои, злодеи, конформисты отечественной науки. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
65. Системные исследования. Ежегодник 1976. М.: Наука, 1977. С. 5.
66. Системные исследования, Ежегодник 1989-1990. М.: Наука, 1991.
67. Блауберг И.В. Проблема целостности и системный подход. М.: Эдиториал УРСС, 1997.
68. Блауберг И.В. Становление и сущность системного подхода/ И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин. М.: Наука, 1973.
69. Малый энциклопедический словарь. СПб.: Издание Брокгаузъ-Ефронъ, 1909, т. 4, с. 1470. (Репринтное воспроизведение. М.: «ТЕРРА» – «TERRA», 1994).
70. Шанский Н.М. Краткий этимологический словарь русского языка/ Н.М. Шанский, В.В. Иванов, Т.В. Шанская. М.: Просвещение, 1975. С. 359.
71. Даль В.И. Толковый словарь живого великорусского языка. Т. 3. М.: Госиздат, 1955. С. 374.
72. Кун Т. Структура научных революций. М.: ООО «Издательство АСТ», 2001. С. 17, 35, 229.
73. Налимов В.В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1979. С. 130-131, 272-295.
74. Шиллер Г. Манипуляторы сознанием. М.: Мысль. 1980.
75. Кара-Мурза С.Г. Манипуляция сознанием. М.: Изд-во Эксмо, 2006.
76. Кара-Мурза С.Г. Манипуляция продолжается. Стратегия разрухи. М.: Алгоритм, 2011.
77. Кара-Мурза С.Г. Манипуляция сознанием. Век 21-й. М.: Алгоритм, 2013.
78. Лем С. Сумма технологии. М.: Мир, 1968.
79. Мамфорд Л. Миф машины. Техника и развитие человечества. М.: Логос. 2001. С. 127.
80. Вернадский В.И. Мысли и замечания о Гёте как натуралисте// В.И. Вернадский. Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. С. 288.
81. Бергсон А. Творческая эволюция. М.: КАНОН-прес: Кучково поле, 1998. С. 220, 250, 252, 264.
82. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. 2-е изд. М.: Наука, 1983.
83. Винер Н. Я – математик. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
84. Винер Н. Моё отношение к кибернетике. Её прошлое и будущее. М.: Сов. Радио, 1969.
85. Богданов А.А. Методы труда и методы познания// Богданов А.А. Вопросы социализма: Работы разных лет. М.: Политиздат. С. 376.
86. Пустильник С.Н. Идеи развития в тектологии А. Богданова// Концепция самоорганизации в исторической ретроспективе. М.: Наука, 1994. С. 189-198.
87. Карев Н. Богданов// Большая советская энциклопедия. Т. 6. М.: АО «Советская энциклопедия, 1927. С. 574-582.
88. Чехов А.П. Письмо к учёному соседу// Полное собрание сочинений и писем. М.: ОГИЗ, 1944. С. 55-59.
89. Фёдоров Е.С. Начала учения о фигурах. Изд. АН СССР, 1953.
90. Линней К. Философия ботаники. М.: Наука, 1989. С. 9.
91. Васецкий Г.С. Некоторые черты мировоззрения Д.И. Менделеева// Периодический закон Д.И. Менделеева и его философское значение. Сборник статей. М.: ОГИЗ, 1947. С. 209-233.
92. Комар А.А. Элементарные частицы// Физический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия», 1984. С. 896.
93. Поппер К.Р. Логика и рост научного знания. Избранные работы. М.: Прогресс, 1983. С. 439.
94. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л.: Гидрометеоиздат, 1974.
95. Мурин А.Н. Физические основы радиохимии. М.: Высш. школа, 1971. С. 37.
96. Егоров Ю.В. Радиация как биосферный фактор: курс лекций. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. С. 24.
97. Алфёров Ж.И. Власть без мозгов. Отделение науки от государства. М.: Алгоритм. С. 86, 122.
98. Эрлих Г. Золото, пуля, спасительный яд. 250 лет нанотехнологий. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2012. С. 353.
99. Зоркий П.М. Кристаллохимия// Химический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия». 1983. С. 288.
100. Белнап Н. Логика вопросов и ответов/ Н. Белнап, Т. Стил. М.: Прогресс, 1981.
101. Уэллс А.Ф. Строение неорганических веществ. М.: ИЛ, 1948. С. 111.
102. Реми Г. Курс неорганической химии. Т.2. М.: Мир, 1966. С. 17, 516.
103. Мельников В.П. Дополнительные виды периодичности в периодической системе Д.И. Менделеева/ В.П. Мельников, И.С. Дмитриев. М.: Наука, 1988.
104. Понятов А. Последний камень в основании Стандартной модели// Наука и жизнь, 2013, № 11. С. 2.
105. Матвеев В.А. Элементарные частицы. От электрона до бозона Хиггса// Наука и жизнь, 2010, № 8. С. 2.
106. Бернауэр Я. Проблема радиуса протона/ Я. Бернауэр, П. Рандольф// В мире науки, 2014, № 4. С. 6.
107. Петров М. Неуловимые нейтрино, или гости Соляриса – предвестники новой физики (интервью с М.Д. Скорохватовым)// В мире науки, 2014, № 5. С. 79.
108. Ленин В.И. Карл Маркс (краткий биографический очерк с изложением марксизма)// В.И.

Ленин. Сочинения. Издание четвёртое. Т. 21. ОГИЗ, Госполитиздат, 1948. С. 38.
109. Энциклопедический словарь (в трёх томах). Т. 2. М.: Гос. науч. изд-во «Большая советская энциклопедия», 1953.
110. Керимов Т.Х. Диалектика// Современный философский словарь. Лондон, Франкфурт-на-Майне, Париж, Люксембург, Москва, Минск: «ПАНПРИНТ», 1998. С. 241.
111. Керимов В.Е. Марксизм//Современный философский словарь. Лондон, Франкфурт-на-Майне, Париж, Люксембург, Москва, Минск: «ПАНПРИНТ», 1998. С. 469.
112. Грецкий М.Н. Марксизм// Философский словарь/ Под ред. И.Т. Фролова. М.: Республика, 2001. С. 314.
113. Шуман А.Н. Философская логика: Истоки и эволюция. М.: Экономпресс, 2001. С. 194.
114. Краткий философский словарь/ А.П. Алексеев, Г.Г. Васильев [и др.] – 2-е изд. М.: РГ-Пресс, 2014. С. 183, 302, 413.
115. Тахтаджян А.Л. Слово о тектологии// Богданов А.А. Тектология: (Всеобщая организационная наука. В 2-х кн.: Кн. 2. М.: Экономика, 1989. С. 350.
116. Стёпин В.С. Философия науки и техники: Учеб пособие/ В.С. Стёпин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. М.: Гардарики, 1996.
117. Философия и методология науки: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ под ред. В.И. Купцова. М.: Аспект Пресс, 1996.
118. Никифоров А.Л. Философия науки: История и методология (учебное пособие). М.: Дом интеллектуальной книги, 1998.
119. Кохановский В.П. Философия и методология науки: Учебник для высш. учебн. заведений. Ростов н/Д.: Феникс, 1999.
120. Канке В.А. Основные философские направления и концепции науки. Итоги XX столетия. М.: Логос, 2000.
121. Философия естественных наук/ под ред. С.А. Лебедева: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект; Фонд «Мир», 2006. С. 6-9.
122. Ивин А.А. Современная философия науки. М.: Высш. шк., 2005.
123. Ушаков Е.В. Введение в философию и методологию науки: Учебник. М.: Издат-во «Экзамен», 2005.
124. Лешкевич Т.Г. Философия науки. Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2006.
125. Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук: учебник для аспирантов и соискателей учёной степени кандидата наук/ под общ. ред. В.В. Миронова. М.: Гардарики, 2006.
126. Философия естественных наук. Учебное пособие для вузов/ Под общ. ред. С.А. Лебедева. М.: Академический проект; Фонд «Мир», 2006. С. 6-9.
127. Стёпин В.С. Философии науки. Общие проблемы: учебник для аспирантов и соискателей учёной степени кандидата наук. М.: Гардарики, 2006.
128. История и философия науки (Философия науки): Учебное пособие/ Е.Ю. Бельская, Н.П. Волкова, М.А. Иванов и др.; Под ред. проф. Ю.В. Крянева, проф. Л.Е. Моториной. М.: Альфа-М.: ИНФРА-М, 2007.
129. Основы философии науки: учебное пособие для аспирантов/ В.П. Кохановский [и др.] – Изд. 7-е – Ростов н/Д: Феникс, 2010.
130. Мареева Е.В. Философия науки. Учеб. пособие для аспирантов и соискателей/ Е.В. Мареева, С.Н. Мареев, А.Д. Майданский. М.: ИНФРА-М, 2010.
131. Лебедев С.А. Философия науки: учеб. пособие для магистров. М.: Издательство Юрайт, 2012.
132. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 20. С. 25.
133. Бунге М. Философия физики. М.: Прогресс, 1975. С. 17.
134. Федосеев П.Н. Вступительное слово// Диалектика и современное образование. М.: Наука, 1970. С. 9.
135. Пржиленский В.И. Введение// Классическая философия науки: Хрестоматия. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издат. центр «МарТ», 2007. С. 4
136. Соколов А.Н. Предмет философии и обоснование науки/ А.Н. Соколов, Ю.М. Солонин. СПб.: Наука, 1993. С. 37.
137. Ленин В.И. Сочинения. Издание четвёртое. Т. 14. ОГИЗ, Госполитиздат, 1947. С. 152, 204, 248, 333.
138. Мах Э. Механика. Историко-критический очерк её развития. – Ижевск: Ижевская республиканская типография. 2000.
139. Аристотель. Сочинения в 4-х т. Т. 1. М.: Мысль, 1975. С. 69.
140. Лешкевич Т.Г. Философия науки: традиции и новации: Учебное пособие для вузов. М.: «Издательство ПРИОР», 2001. С. 20.
141. Рузавин Г.И. Методология научного исследования: Учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999.
142. Светлов В.А. История научного метода: учебное пособие для вузов. М.: Академический проект; Деловая книга, 2008.
143. Проблемы методологии науки. Новосибирск: Наука, 1985.
144. Психологические измерения. Сборник. М.: Мир, 1967.
145. Курно Ог. Основы теории шансов и вероятностей. М.: Наука, 1970.
146. Нейман Дж. Фон. Теория игр и экономическое поведение/ Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн. М.: Наука, 1970.

147. Налимов В.В. Теория эксперимента. М.: Наука, 1971.
148. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М.: Наука, 1974.
149. Вероятностное прогнозирование в деятельности человека. Сборник статей. М.: Наука, 1977.
150. Кайберг Г. Вероятность и индуктивная логика. М.: Прогресс, 1978.
151. Реньи А. Трилогия о математике. (Диалоги о математике. Письма о вероятности. Дневник. – Записки студента по теории информации). М.: Мир, 1980.
152. Пуанкаре А. Теория вероятностей. Ижевск: Ред. журнала «Регулярная и хаотическая динамика», 1999.
153. Печчеи А. Человеческие качества. М. Прогресс, 1980.
154. Общая теория систем. М.: Мир, 1966.
155. Бирюков Б.В. Моделирование// Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983. С. 381.
156. Уотсон Дж. Д. Двойная спираль. Воспоминания об открытии структуры ДНК. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
157. Раскин Л.Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления. М.: Советское радио, 1976. С. 20.
158. Фукс-Киттовский К. Проблемы детерминизма и кибернетики в молекулярной биологии. М.: Прогресс, 1989. С. 108.
159. Мичи Д. Компьютер-творец/Д. Мичи, Р. Джонстон. М.: Мир, 1987. С. 72.
160. Залманов А. Тайная мудрость человеческого организма (Глубинная медицина). Минск: ИПФ «ИНФОРАД», 1993. С. 176.
161. Форрестер Дж. Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974.
162. Форрестер Дж. Мировая динамика. М.: Наука, 1978.
163. Последствия ядерной войны: Физические и атмосферные эффекты. М.: Мир, 1988.
164. Последствия ядерной войны. Воздействие на экологию и сельское хозяйство. М.: Мир, 1988.
165. Фейерабенд П. Прощай, разум. М.: АСТ: Астрель, 2010.
166. Фейерабенд П. Против метода. Очерк анархистской теории познания. М.: АСТ: АСТ МОСКВА: ХРАНИТЕЛЬ, 2007.
167. Витгенштейн Л. Культура и ценность/ Философские работы. Часть I. М.: Гнозис, 1994. С. 425.
168. Научно-техническая революция и социализм (совместный труд учёных СССР и ЧССР). М.: Политиздат, 1973.
169. Научно-техническая революция и идеологическая борьба. М.: Политиздат, 1977.
170. Научно-техническая революция и человек. М.: Наука, 1977.
171. Философия марксизма и современная научно-техническая революция. XV Всемирный философский конгресс. М.: Наука, 1977.
172. Научно-техническая революция и кризис современной буржуазной идеологии. М.: Наука, 1978.
173. Шухардин С.В. Теоретические аспекты современной научно-технической революции/ С.В. Шухардин, А.А. Кузин. М.: Наука, 1980.
174. Философия. Естествознание. НТР. М.: Прогресс, 1986.
175. Синергетика. Сб. статей. М.: Мир, 1984. С. 5.
176. Блауберг И.В. Проблема целостности и системный подход. М.: Эдиториал УРСС, 1997.
177. Месарович М. Общая теория систем: математические основы/ М. Месарович, Я. Такахара. М.: Мир, 1978.
178. Акофф Р.О природе систем// Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. 1971, № 3.
179. Калман Р. Математическая теория систем/ Р. Калман, П. Фалб, М. Арбиб. М.: Мир, 1971.
180. Klir G. G. An Approach to General Systems Theory. N.-Y: Van Nostrand Reinhold Comp., 1969.
181. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978.
182. Моисеев Н.Н. Простейшие математические модели экономического прогнозирования. М.: Знание, 1975.
183. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978.
184. Эшби У. Росс. Введение в кибернетику. М.: ИЛ, 1959.
185. Ферстер Г. фон. О самоорганизующихся системах и их окружении// Самоорганизующиеся системы. М.: Мир, 1964.
186. Pask G. An Approach to Cybernetics/ L.: Hutchiscon, 1961.
187. Берг А.И. [и др.] Кибернетика// Философская энциклопедия, т. 2. М.: Сов. энциклопедия, 1962.
188. Глушков В.М. Введение в кибернетику. Киев: Изд-во АН УССР, 1964.
189. Системные исследования. Ежегодник. М.: Наука, 1978, с. 128.
190. Аверьянов А.Н. Системное познание мира. М.: Политиздат, 1985, с. 6.
191. Блауберг И.В. Из истории системных исследований в СССР: попытка ситуационного анализа.// Вопросы философии, 1991, № 8.
192. Блауберг И.В. Системный подход в социальных исследованиях/ И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин// Вопросы философии, 1967. № 9 (переведена на немецкий язык).
193. Блауберг И.В. Целостность и системность// Системные исследования. Ежегодник. 1977, с. 5.
194. Эренфест П. Относительность. Кванты. Статистика. М.: М.: Наука, 1972, С. 179.

195. Шрёдингер Э. Разум и материя. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2000. С. 95.
196. Глушков В.М. Вычислительная техника и проблемы автоматизации управления// Будущее науки. Ежегодник. Выпуск четвёртый. «Знание», 1971, с. 5.
197. Петрушенко Л.А. Единство системности, организованности и самодвижения (о влиянии философии на формирование понятий теории систем). М.: Мысль, 1975. С. 37.
198. Новик И.Б. Вопросы стиля мышления в естествознании. М.: Политиздат, 1975. с. 20.
199. Садовский В.Н. Методология науки и системный подход// Системные исследования. Ежегодник. 1977. М.: Наука, 1977. С. 94.
200. Куркин К.А. Системный подход в экологическом исследовании// Системные исследования. Ежегодник. 1977. М.: Наука, 1977. С. 195.
201. Методология исследования развития сложных систем (естественнонаучный подход). Л.: Наука, 1979, с. 15, 65.
202. Афанасьев В.Г. Общество: системность, познание и управление. М.: Политиздат, 1981. С. 7, 243.
203. Садовский В.Н. Диалектика и системный метод// Диалектика и системный анализ. М.: Наука, 1986. С. 35.
204. Ростопшин Ю.А. Системный подход в исследованиях экоразвития// Диалектика и системный анализ. М.: Наука, 1986. С. 264.
205. Природа моделей и модели природы. М.: Мысль, 1986. С. 84.
206. Колесников Л.А. Основы теории системного подхода. Киев: Наукова думка, 1988. с. 5.
207. Паньков А.Ф. Теория развития систем и системная теория логики. Книга первая. Пермь: МП «Книга», 1993. С. 91.
208. Чумаченко Е. К.// Логический словарь: ДЕФОРТ. М.: Мысль. 1994. С. 216.
209. Рузавин Г.И. Методология научного исследования: Учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. С. 289.
210. Науймин Я.Г. Модели в науке и технике: История, теория, практика. Л.: Наука, 1984.
211. Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983.
212. Трагические судьбы: репрессированные учёные Академии наук, СССР. М.: Наука, 1995.
213. Суровая драма народа: Учёные и публицисты о природе сталинизма. М.: Политиздат, 1989.
214. Философский словарь/ Под ред. И.Т. Фролова. М.: Республика, 2001.
215. Заде Лотфи А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений// Математика сегодня (Сборник статей). М.: Знание, 1974. С. 5.
216. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М.: Наука, 1974. (Книга впервые издана в 1933 г. на немецком языке).
217. Бернштейн С.Н. Теория вероятностей. М.-Л. Госиздат, 1927.
218. Энциклопедический словарь (в трёх томах). Т. 3. М.: Гос. научн. изд-во «Большая советская энциклопедия», 1953. С. 320.
219. Вейтлинг В. Гарантии гармонии и свободы. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 74.
220. Зиновьев А.А. Несостоявшийся проект: Распутье. Русская трагедия. М.: АСТ. АСТ МОСКВА, 2009. С. 55.
221. Зиновьев А.А. Коммунизм как реальность. М.: Центрполиграф, 1994. С. 251.
222. Кара-Мурза С.Г. Потерянный разум. М.: Изд-во Эксмо; Изд-во Алгоритм, 2005. С. 35, 253.
223. Философский словарь. Основан Шмидтом. 22-е новое, перераб. изд. М.: Республика, 2003. С. 425.
224. Грибанов Д.П. Философское мировоззрение Эйнштейна// Эйнштейн и философские проблемы физики XX века. М.: Наука, 1979. С. 7-45.
225. Омельяновский М.Э. Основания современной физики и диалектика// Эйнштейн и философские проблемы физики XX века. М.: Наука, 1979. С. 50.
226. Билалич М. Хорошее – враг лучшего?/ М. Билалич, П. Маклеод// В мире науки, 2014. № 5. С. 31.
227. Керимов Т.Х. Диалектика// Современный философский словарь. 2-е изд., испр. и доп. Лондон, Франкфурт-на-Майне, Париж, Люксембург, Москва, Минск: «ПАНПРИНТ», 1998. С. 239.
228. Философский словарь Владимира Соловьёва. Ростов н/Д. Изд-во «Феникс», 2000. С. 122.
229. Мациевич В.В. Подход// Новейший философский словарь. Минск: Изд. В.В. Скакун, 1999. С. 526.
230. Словарь практического психолога. Минск: Харвест, 1997. С. 410.
231. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. М.: Наука, 1975. С. 34.
232. Воробьёва С.В. Анализ и синтез// Новейший философский словарь. Минск: Изд. В.В. Скакун, 1999. С. 24.
233. Арно А. Логика или Искусство мыслить/ А. Арно, П. Николь. М.: Наука, 1991. С. 306.
234. Аристотель. Сочинения в 4-х томах. Т. 2. М.: Мысль, 1978. С. 315.
235. Шаевич А.Б. Аналитическая служба как система. М.: Химия, 1981. С. 6, 8.
236. Шараф М.А. Хемометрика/ М.А. Шараф, Д.Л. Иллмэн, Б.Р. Ковальски. Л.: Химия, 1989.
237. Старик И.Е. Основы радиохимии. Изд. 2-е, доп. Л.: Наука, 1969.
238. Хан О. Прикладная радиохимия. Лекции, прочитанные в Корнельском университете. Л. М.: Госхимиздат, 1947.

239. Новая химия. М.: Изд-во АН СССР. 1959.
240. Каплан Б.Я. Физико-химические методы анализа// Химический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия», 1983.
241. Бенедетти-Пихлер. Техника неорганического микроанализа. М.: ИЛ, 1951.
242. Лопатин Б.А. Кондуктометрия (измерение электропроводности электролитов). Новосибирск: РИО СО АН СССР, 1964.
243. Драго Р. Физические методы в неорганической химии. М.: Мир, 1967.
244. Физические методы исследования и свойства неорганических соединений. М.: Мир, 1970.
245. Юинг Г.В. Инструментальные методы химического анализа. М.: Госхимиздат, 1960.
246. Соколов В.А. Физико-химический анализ// Химический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия», 1983.
247. Курнаков Н.С. Введение в физико-химический анализ. 4 изд. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940.
248. Курнаков Н.С. Избранные труды, т. 1-3. М.: Изд-во АН СССР, 1960-1963.
249. Аносов В.Я. Краткое введение в физико-химический анализ. М.: Изд-во АН СССР, 1959.
250. Пособие к практическим занятиям по физико-химическому анализу. Водно-солевые системы и некоторые приёмы изучения равновесий и превращения фаз/ В.Я. Аносов [и др.]. Изд-во Казанского университета, 1969.
251. Практическое руководство по физико-химическому анализу. Конденсированные неметаллические системы. Изд-во Казанского университета, 1971.
252. Егоров Ю.В. Экология. В 2-х ч.: Учебное пособие. Часть I. Екб.: УГТУ-УПИ, 2008.
253. Даль В. Толковый словарь живого великорусского языка. Т. 3. М.: Госиздат, 1955. С. 155; Т. 2. С. 118.
254. Толковый словарь русского языка. Под ред. Д.Н. Ушакова. Т. 3 М.: Госиздат иностр. и нац. словарей, 1939. С. 347; Т. 2. С. 1374.
255. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. М.: Мысль, 1995. С. 727-732.
256. Эргономика: Учебник/ Под ред. Крылова А.А., Суходольского Г.В. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. С. 6, 10.
257. Леви-Брюль Л. Сверхъестественное в первобытном мышлении. М.: Педагогика-Пресс, 1994.
258. Франкфорт Г. В преддверии философии/ Г. Франкфорт [и др.]. М.: Наука, 1984. (Есть позднее переиздание: СПб.: Амфора, 2001).
259. Хюбнер К. Истина мифа. М.: Республика, 1996.
260. Тайлор Э.Б. Первобытная культура. М.: Политиздат, 1989.
261. Поппер К.Р. Предположения и опровержения. Рост научного знания// Феномен человека. Антология. М.: Высш. шк., 1993. С. 157.
262. Маслоу А. Психология бытия. М.: «Рефл-бук», «Ваклер», 1997.
263. Маслоу А. Новые рубежи человеческой природы. М.: Смысл, 1999.
264. Птушенко В. Физиология звёзд и физика животных// Наука и жизнь. 2013. № 4. С. 61.
265. Шпенглер О. Закат Европы. Очерки мифологии мировой истории. Т. 2. Всемирно-исторические перспективы. М.: Мысль, 1998. С. 14.
266. Прытков В.П. Человек вопрошающий. Екб.: Изд-во Урал. ун-та, 2006.
267. Лобач В.В. Абсолют// Новейший философский словарь. Мн.: изд. В.М. Скакун, 1998. С. 1.
268. Голованов Л.В. Сродство сердец и душ// Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. М.: Мысль, 1995. С. 24.
269. Ломброзо Ц. Гениальность и помешательство. Репринтное воспроизведение издания Ф. Павленкова. С-Петербург, 1892.
270. Ломброзо Ч. Преступление. Новейшие успехи науки о преступнике. Анархисты. М.: ИНФРА-М, 2004.
271. Нордау М. Вырождение. Современные французы. М.: Республика, 1995. С. 314.
272. Маслоу А. Маслоу о менеджменте. СПб.: Питер, 2003. С. 21.
273. Калайков С.Ю. Катастрофа/ С.Ю. Калайков, С.А. Никитин// Современный философский словарь. 2-е изд., испр. и доп. Лондон, Франкфурт-на-Майне, Париж, Люксембург, Москва, Минск: «ПАНПРИНТ», 1998. С. 390.
274. Арнольд В.И. Теория катастроф. 3-е изд., доп. М.: Наука, 1990.
275. Катастрофы и история Земли: Новый униформизм/ Берггрен У.А. [и др.]. М.: Мир, 1986.
276. Одум. Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. С. 324.
277. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Журнал «Россия Молодая», 1994.
278. Егоров Ю.В. Рациональное природопользование и охрана окружающей человека среды. Учебное пособие. Екб.: УрФУ, 2013.
279. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 20. С. 495.
280. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 42. С. 92. С. 118.
281. Печчеи А. Человеческие качества. М.: Прогресс, 1980. (Есть второе издание, 1985 г.).
282. Кууси П. Этот человеческий мир. М.: Прогресс, 1988.
283. Моисеев Н.Н. Расставание с простотой. М.: Аграф, 1998. С. 451.
284. Фурс В.Н. Гумилёв// Новейший философский словарь. Минск: Изд. В.В. Скакун, 1999. С. 187.
285. Митин М.Б. Проблема «гуманизации» техники и социальный прогресс// Философия марксизма и современная научно-техническая революция. XV Всемирный философский конгресс. М.: Наука, 1977. С. 99-113.

286. Поппер К. Логика научного исследования. М.: Республика, 2005
287. Эволюционная эпистемология и логика социальных наук: Карл Поппер и его критики/ Составление Д.Г. Лахути, В.Н. Садовского и В.К. Финка. Изд. 2-е. М.: Эдиториал УРСС, 2066.
288. Гумилёв Л.Н. Струна истории. Лекции по этнологии. М.: Айрис-пресс, 2007. С. 573 и сл.
289. Флейшман Б.С. Основы системологии. М.: Радио и связь, 1982. С. 3.
290. Винер Н. Кибернетика и общество. М.: ИЛ, 1958.
291. Винер Н. Человек управляющий. СПб.: Питер, 2001.
292. Кухтенко А.И. Кибернетика и фундаментальные науки. Киев: Наукова Думка, 1987.
293. Вернадский В.И. Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1961. С. 289.
294. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms.// Ecology, 1935, 16, № 2, p. 284-307.
295. Сукачёв В.Н. Биоценология и её современные задачи.// Журн. общ. биол., 1967, 28, № 5, с. 501-509.
296. 296. Акимова Т.А.. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебн. для студ. вузов/ Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006, С. 138.
297. Окружающая среда: энциклопедический словарь-справочник: Пер. с нем. М.: Прогресс, 1993. С. 550.
298. Гадач Э. Некоторые основные понятия экологии ландшафта/ Э. Гадач, О. Буреш, Й. Павлу// Изв. АН СССР. Сер. Геогр., 1978, № 1.
299. Бусленко Н.П. Системотехника// Большая советская энциклопедия. Третье издание. М.: Изд-во Советская энциклопедия. Т. 23. 1976 г., С. 477.
300. Гольдштейн С.Л. Введение в системологию и системотехнику/ С.Л. Гольдштейн, Т.Я. Ткаченко. Екатеринбург: Инст. Развития регион. Образов., 1994. С. 98.
301. Пекелис В.Д. Кибернетическая смесь: Впечатления, находки, случаи, заметки, размышления, рассказанное и увиденное – разные поводы для разговора о кибернетике. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Знание, 1991. С. 25.
302. Марков Ю.Г. Функциональный подход в современном научном познании. Новосибирск: Наука, 1982.
303. Дружинин В.В. Проблемы системологии/ В.В. Дружинин, Д.С. Конторов. М.: Радио и связь, 1976.
304. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980.
305. Хакен Г. Синергетика: Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.
306. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам: М.: Мир, 1991.
307. Синергетика: Сб. статей. М.: Мир, 1984.
308. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. (Позднее переиздание). Ижевск. НИИ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
309. Глендсдорф П. Термодинамическая теория структур, устойчивости и флуктуаций/ П. Гленсдорф, И. Пригожин. М.: Мир, 1972.
310. Пригожин И. Время и сложность в физических науках. М.: Наука, 1985.
311. Пригожин И. Время, хаос, квант/ И. Пригожин, И. Стенгерс. М.: Изд. гр. «Прогресс», 1994.
312. Пригожин И. Конец определённости. Время, хаос и новые законы природы. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000.
313. Пригожин И. Переоткрытие времени// Вопросы философии, 1989. № 8. С. 3-19.
314. Пригожин И. Философия нестабильности// Вопросы философии. 1991. № 6. С. 46-57.
315. Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. М.: Прогресс–Традиция, 2000.
316. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. М.: Прогресс–Традиция, 2002.
317. Исаева В.В. Синергетика для биологов: вводный курс: учеб. пособие. М.: Наука, 2005.
318. Концепция самоорганизации в исторической перспективе. М.: Наука, 1994.
319. Глейк Дж. Хаос: Создание новой науки. СПб.: Амфора, 2001.
320. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. Введение в теорию диссипативных структур. М.: Мир, 1979.
321. Шустер Г. Детерминированный хаос: Введение. М.: Мир, 1988.
322. Николис Дж. Динамика иерархических систем: Эволюционное представление. М.: Мир, 1989.
323. Берже П. Порядок в хаосе. О детерминистском подходе к турбулентности/ П. Берже, И. Помо, К. Видаль. М.: Мир, 1991.
324. Евин И.А. Синергетика мозга и синергетика искусства. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005.
325. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. Динамическая теория информации. М.: Книжный дом/ «ЛИБРОКОМ», 2013.
326. Зверев В.В. Регулярная и хаотическая динамика в системах различной природы: курс лекций. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009.
327. Моисеев Н.Н. Логика универсального эволюционизма и кооперативность// Вопросы философии, 1989. № 8. С. 52-66.
328. Моисеев Н.Н. Универсальный эволюционализм (Позиция и следствия)// Вопросы философии, 1991. № 3. С. 3-28.
329. Моисеев Н.Н. Проблема возникновения системных свойств// Вопросы философии, 1992. № 11. С. 25-33.

330. Рузавин Г.И. Самоорганизация и организация в развитии общества// Вопросы философии, 1995. № 8. С. 63-72.
331. Панченко А.И. Критический анализ публикации «Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления». Ин-т философии РАН. М.: Арго, 1994// Вопросы философии, 1995. № 8. С. 178-180.
332. Моисеев Н.Н. Логика динамических систем и развитие природы и общества// Вопросы философии, 1999. № 4. С. 3-10.
333. [Статьи К. Майнцера, Е.Н. Князевой и С.П. Курдюмова, Э. Ласло, Дж. Николиса, Т.П. Григорьевой, опубликованные в журнале Вопросы философии, 1997. № 3. С. 48-102].
334. Лейбниц Г.В. О познании// Сочинения в четырёх томах. Т. 2. М.: Мысль, 1983. С. 386.
335. Князева Е.Н. Сложные системы и нелинейная динамика в природе и обществе// Вопросы философии, 1998. № 4. С. 138-143.
336. Князева Е.Н. Международный Московский синергетический форум: итоги и перспективы// Вопросы философии, 1996. № 11. С. 148-152.
337. Грицанов А.А. Синергетика// Новейший философский словарь/ А.А. Грицанов, К.Н. Мезяная. Минск: Изд. В.В. Скакун, 1999. С. 618.
338. Можейко М.А. Синергетика// Всемирная энциклопедия: Философия XX век. М.: АСТ. Мн.: Харвест, Современный литератор, 2002. С. 677-687. (см. также статью Пригожин. С. 606).
339. Паскаль Б. Мысли. М.: М.: «REFL-book», 1994. С. 289, 294, 466.
340. Платон. Апология Сократа//Собрание сочинений в четырёх томах. Т. 1, М.: Мысль, 1994. С. 74.
341. Фреге// Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983. С. 748.
342. Ленин В.И. Ещё раз о профсоюзах, о текущем моменте и об ошибках Троцкого и Бухарина// Сочинения. Изд. 4. Т. 32 Госполитиздат. 1950. С. 71.
343. История всесоюзной коммунистической партии (большевиков). Краткий курс. Под ред. комиссии ЦК ВКП(б). Одобрен ЦК ВКП(б) 1938 г. ОГИЗ. М.: Гос. издат. полит. литер., 1945. С. 101-104.
344. Владимиров Ю.С. Метафизика. 2-е изд., перераб. и доп. Москва.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. С. 504.
345. Мах Э. Познание и заблуждение. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. С. 32-33.
346. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике/ Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Т.3 (Излучение, волны, кванты). М.: Мир, 1965. С. 24.
347. Вайнберг С. Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы. М.: Едиториал УРСС, 2004. С. 133.

Периодическая система элементов Д.И.Менделеева

Атомная масса, относительная	183,84	Atomic mass, relative
Атомный номер. Обозначение	74 W	Atomic No. Simbol
Распределение электронов	$4f^{14}5d^{4}6s^{2}$	Electron configuration
Температура плавления (°C)	3410	Melting point (°C)
Температура кипения (°C)	5660	Boiling point (°C)
Электроотрицательность (по Полингу/по Аллреду и Рохову)	1,7/1,40	Electronegativity (Pauling/Allred & Rochov)
Название	Tungsten Вольфрам	Name
Латинское название	*Wolframium*	Latin name

F — У элементов, которым соответствуют простые вещества - неметаллы, обозначения обведены сплошной линией

Tl — У элементов, оксиды и гидроксиды которых проявляют амфотерные свойства, обозначения обведены штрих-пунктирной линией

Na — У элементов, которым соответствуют простые вещества - металлы, обозначения особым образом не обозначены

Period	Grope 1 Группа Ia	2 IIa	3 IIIb	4 IVb	5 Vb	6 VIb	7 VIIb	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 Ib	12 IIb	13 IIIa	14 IVa	15 Va	16 VIa	17 VIIa	18 0
Период	Groups 1…18 IUPAC 1989 Groups Ia…VIII…0 IUPAC 1970 Группы 1…18 ИЮПАК 1989 Группы Ia…VIII…0 ИЮПАК 1970																	
1	1 H 1s¹ 259,14 -252,87 2,02/- Hydrogen Водород *Hydrogenium*																	2 He 1s² -/-272,2 -268,93 12,3eV Helium Гелий
2	6,941 3 Li [He] 2s¹ 180,54 1347 0,98/0,97 Lithium Литий	9,012182 4 Be 2s² 1278 2970 1,57/1,47 Beryllium Бериллий											10,811 5 B 2s²2p¹ 2210 ~2600 2,04/2,01 Boron Бор *Borum*	12,011 6 C 2s²2p² -3550 4827 2,55/2,5 Carbon Углерод *Carboneum*	14,00674 7 N 2s²2p³ -209,86 -195,8 3,04/3,07 Nitrogen Азот *Nitrogenium*	15,9994 8 O 2s²2p⁴ -218,4 -182,96 3,44/3,5 Oxygen Кислород *Oxygenium*	18,9984032 9 F 2s²2p⁵ -219,62 -188,11 3,98/4,10 Fluorine Фтор *Fluorum*	20,1797 10 Ne 2s²2p⁶ -246,7 -246,05 10,6eV Neon Неон
3	22,98977 11 Na [Ne] 3s¹ 97,86 883,15 0,93/1,01 Sodium Натрий *(Natrium)*	24,305 12 Mg 3s² 648,8 1107 1,31/1,23 Magnesium Магний											26,981538 13 Al 3s²3p¹ 660,37 2467 1,61/1,47 Aluminium [Aluminum] Алюминий	28,0855 14 Si 3s²3p² 1412 2355 1,90/1,74 Silicon Кремний *Silicium*	30,973761 15 P 3s²3p³ 44,14 280 2,19/2,06 Phosphorus Фосфор	32,066 16 S 3s²3p⁴ 112,8 444,674 2,58/2,44 Sulphur Сера *[Sulfur]*	35,4527 17 Cl 3s²3p⁵ -100,98 -34,6 3,16/2,83 Chlorine Хлор *Clorum*	39,948 18 Ar 3s²3p⁶ -189,2 -185,7 7,7eV Argon Аргон
4	39,0983 19 K [Ar] 4s¹ 63,65 774 0,82/0,91 Potassium Калий *(Kalium)*	40,078 20 Ca 4s² 839 1487 1,00/1,04 Calcium Кальций	44,95591 21 Sc 3d¹4s² 1541 2831 1,36/1,20 Scandium Скандий	47,867 22 Ti 3d²4s² 1670 3287 1,54/1,32 Titanium Титан	50,9415 23 V 3d³4s² 1890 3380 1,63/1,45 Vanadium Ванадий	51,9961 24 Cr 3d⁵4s¹ 1857 2672 1,66/1,56 Chromium Хром	54,938046 25 Mn 3d⁵4s² 1244 1962 1,55/1,60 Manganese Марганец *Manganum*	55,845 26 Fe 3d⁶4s² 1535 2750 1,83/1,64 Iron Железо *Ferrum*	58,9332 27 Co 3d⁷4s² 1495 2870 1,88/1,70 Cobalt Кобальт *Cobaltum*	58,6934 28 Ni 3d⁸4s² 1453 2732 1,91/1,75 Nickel Никель *Niccolum*	63,546 29 Cu 3d¹⁰4s¹ 1083,4 2567 1,90/1,75 Copper Медь *Cuprum*	65,39 30 Zn 3d¹⁰4s² 419,88 907 1,65/1,66 Zinc Цинк *Zincum*	69,723 31 Ga 3d¹⁰4s²4p¹ 29,78 2403 1,81/1,82 Gallium Галлий	72,61 32 Ge 3d¹⁰4s²4p² 937,4 2830 2,01/2,02 Germanium Германий	74,9216 33 As 3d¹⁰4s²4p³ 817 (3,7МПа) субл. 615 2,18/2,20 Arsenic Мышьяк *Arsenicum*	78,96 34 Se 3d¹⁰4s²4p⁴ 217 684,9 2,55/2,48 Selenium Селен	79,904 35 Br 3d¹⁰4s²4p⁵ -7,25 58,78 2,96/2,74 Bromine Бром *Bromum*	83,8 36 Kr 3d¹⁰4s²4p⁶ -156,6 -152,3 6,8eV Krypton Криптон
5	85,4678 37 Rb [Kr] 5s¹ 38,89 687,2 0,82/0,89 Rubidium Рубидий	87,62 38 Sr 5s² 769 1384 0,95/0,99 Strontium Стронций	88,90585 39 Y 4d¹5s² 1522 3337 1,22/1,11 Ittrium Иттрий	91,224 40 Zr 4d²5s² 1852 4377 1,54/1,32 Zirconium Цирконий	92,90638 41 Nb 4d⁴5s¹ 2468 4742 1,6/1,23 Niobium Ниобий	95,94 42 Mo 4d⁵5s¹ 2617 4612 2,16/1,30 Molybdenum Молибден *Molybdaenum*	(97) 43 Tc* 4d⁵5s² 2172 4877 1,9/1,36 Technetium Технеций	101,07 44 Ru 4d⁷5s¹ 2310 (~3900) 2,2/1,42 Ruthenium Рутений	102,9055 45 Rh 4d⁸5s¹ 1966 3727 2,2/1,5 Rhodium Родий	106,42 46 Pd 4d¹⁰ 1552 3140 2,2/1,4 Palladium Палладий	107,8682 47 Ag 4d¹⁰5s¹ 961,93 2212 1,9/1,4 Silver Серебро *(Argentum)*	112,411 48 Cd 4d¹⁰5s² 320,9 765 1,7/1,5 Cadmium Кадмий	114,818 49 In 4d¹⁰5s²5p¹ 156,78 2080 1,78/1,5 Indium Индий	118,71 50 Sn 4d¹⁰5s²5p² 231,88 2270 1,96/1,7 Tin Олово *Stannum*	121,76 51 Sb 4d¹⁰5s²5p³ 630,5 1750 2,05/1,8 Antimony Сурьма *(Stibium)*	127,6 52 Te 4d¹⁰5s²5p⁴ 449,5 989,8 2,1/2,0 Tellurium Теллур	126,90447 53 I 4d¹⁰5s²5p⁵ 113,5 184,35 2,66/2,2 Iodine Йод *Iodum*	131,29 54 Xe 4d¹⁰5s²5p⁶ -111,9 -107,1 5,85eV Xenon Ксенон
6	132,90545 55 Cs [Xe] 6s¹ 28,5 678,4 0,79/0,86 Caesium Цезий *(Cesium)*	137,327 56 Ba 6s² 725 1640 0,89/0,97 Barium Барий	138,9055 57 La 5d¹6s² 920 3454 1,10/1,08 Lanthanum Лантан	178,49 72 Hf 4f¹⁴5d²6s² 2227 4602 1,3/1,23 Hafnium Гафний	180,9479 73 Ta 4f¹⁴5d³6s² 2996 5425 1,5/1,33 Tantalum Тантал	183,84 74 W 4f¹⁴5d⁴6s² 3410 5660 1,7/1,40 Tungsten Вольфрам *Wolframium*	186,207 75 Re 4f¹⁴5d⁵6s² 3180 5627 1,9/1,46 Rhenium Рений	190,23 76 Os 4f¹⁴5d⁶6s² 3045 5027 2,2/1,52 Osmium Осмий	192,217 77 Ir 4f¹⁴5d⁷6s² 2410 4130 2,2/1,6 Iridium Иридий	195,078 78 Pt 4f¹⁴5d⁹6s¹ 1773,5 3830 2,2/1,4 Platinum Платина	196,96655 79 Au 4f¹⁴5d¹⁰6s¹ 1064,43 2807 2,54/1,42 Gold Золото *Aurum*	200,59 80 Hg 4f¹⁴5d¹⁰6s² -38,86 356,6 1,9/1,5 Mercury Ртуть *(Hydrargyrum)*	204,3833 81 Tl 4f¹⁴5d¹⁰6s²6p¹ 303,5 1457 1,62/1,44 Thallium Таллий	207,2 82 Pb 4f¹⁴5d¹⁰6s²6p² 327,5 1740 2,33/1,55 Lead Свинец *(Plumbum)*	208,98038 83 Bi 4f¹⁴5d¹⁰6s²6p³ 271,3 1564 2,02/1,67 Bismuth Висмут *Bismuthum*	(210) 84 Po* 4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁴ 254 962 2,0/1,76 Polonium Полоний	(210) 85 At* 4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁵ 302 337 2,2/1,86 Astatine Астат *Astatium*	(222) 86 Rn* 4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁶ -71,0 -61,8 5,1eV Radon Радон
7	(223) 87 Fr* [Rn] 7s¹ 27 677 0,7/0,86 Francium Франций	(226) 88 Ra* 7s² 970 1140 0,89/0,97 Radium Радий	(227) 89 Ac* 6d¹7s² 1050 * (~3250) * 1,1/1,0 Actinium Актиний	(261) 104 Rf* 5f¹⁴6d²7s² Rutherfordium Резерфордий	(262) 105 Db* 5f¹⁴6d³7s² Dubnium Дубний	(263) 106 Sg* 5f¹⁴6d⁴7s² Seaborgium Сиборгий	(264) 107 Bh* 5f¹⁴6d⁵7s² Bohrium Борий	(265) 108 Hs* 5f¹⁴6d⁶7s² Hassium Хассий	109 Mt* 5f¹⁴6d⁷7s² Meitnerium Мейтнерий	(271) 110 Ds* 5f¹⁴6d⁸7s¹ Darmstadtium Дармштадтий	(272) 111 Rg* 5f¹⁴6d¹⁰7s¹ Roentgenium Рентгений	(285) 112 Uub* 5f¹⁴6d¹⁰7s² Ununbium Унунбий	(284) 113 Unt* 5f¹⁴6d¹⁰7s²7p¹ Ununtrium Унунтрий	(289) 114 Uuq* 5f¹⁴6d¹⁰7s²7p² Ununquadium Унунквадий	(288) 115 Uup* 5f¹⁴6d¹⁰7s²7p³ Ununpentium Унунпентий	(292) 116 Uuh* 5f¹⁴6d¹⁰7s²7p⁴ Ununhexium Унунгексий	( ) 117 Uus* 5f¹⁴6d¹⁰7s²7p⁵ Ununseptium Унунсептий	(294) 118 Uuo* 5f¹⁴6d¹⁰7s²7p⁶ Ununoctium Унуноктий

140,115 58 Ce 4f¹6s² 798 3426 ~1,2/1,1 Cerium Церий	140,90765 59 Pr 4f³6s² 931 3512 ~1,2/1,1 Praseodymium Празеодим	144,24 60 Nd 4f⁴6s² 1021 3068 ~1,2/1,1 Neodymium Неодим	(145) 61 Pm* 4f⁵6s² 1168 2460 ~1,2/1,1 Promethium Прометий	150,36 62 Sm 4f⁶6s² 1077 1791 ~1,2/1,1 Samarium Самарий	151,964 63 Eu 4f⁷6s² 822 1597 ~1,2/1,0 Europium Европий	157,25 64 Gd 4f⁷5d¹6s² 1312 3250 ~1,2/1,1 Gadolinium Гадолиний	158,92534 65 Tb 4f⁹6s² 1356 3123 ~1,2/1,1 Terbium Тербий	162,50 66 Dy 4f¹⁰6s² 1409 2562 ~1,2/1,1 Dysprosium Диспрозий	164,93032 67 Ho 4f¹¹6s² 1474 2695 ~1,2/1,1 Holmium Гольмий	167,26 68 Er 4f¹²6s² 1529 2863 ~1,2/1,1 Erbium Эрбий	168,93421 69 Tm 4f¹³6s² 1545 1947 ~1,2/1,1 Thulium Тулий	173,04 70 Yb 4f¹⁴6s² 819 1193 ~1,2/1,1 Ytterbium Иттербий	174,967 71 Lu 4f¹⁴5d¹6s² 1663 3302 ~1,2/1,1 Lutetium Лютеций
(232) 90 Th* 6d²7s² 1750 (~3800) ~1,1/1,1 Thorium Торий	(231) 91 Pa* 5f²6d¹7s² 1572 4230-4500 1,14/1,1 Protactinium Протактиний	(238) 92 U* 5f³6d¹7s² 1132 3818 ~1,2/1,2 Uranium Уран	(239) 93 Np* 5f⁴6d¹7s² 639 3902 1,22/1,2 Neptunium Нептуний	(239) 94 Pu* 5f⁶7s² 641 3340 1,2/1,2 Plutonium Плутоний	(243) 95 Am* 5f⁷7s² 996 2607 ~1,1/1,2 Americium Америций	(247) 96 Cm* 5f⁷6d¹7s² 1340 3110 ~1,2/1,2 Curium Кюрий	(251) 97 Bk* 5f⁹7s² 1050 2630 ~1,1/1,2 Berkelium Берклий	(252) 98 Cf* 5f¹⁰7s² 900 1227 1,2/1,2 Californium Калифорний	(257) 99 Es* 5f¹¹7s² 860 1,3/1,2 Einsteinium Эйнштейний	(258) 100 Fm* 5f¹²7s² 1527 1,3/1,2 Fermium Фермий	(258) 101 Md* 5f¹³7s² 827 1,2/1,2 Mendelevium Менделевий	(259) 102 No* 5f¹⁴7s² 827 1,3/1,2 Nobelium Нобелий	(262) 103 Lr* 5f¹⁴6d¹7s² 1627 1,3/- Lawrencium Лоуренсий

* Element has no stable nuclides. For radioactive elements the value in parentheses refers to the number of nucleons (mass number) of the most stable isotope (IUPAC, 1995).
* Элемент не имеет устойчивых изотопов. Для него в скобках приведено значение массового числа (число нуклонов в ядре) наиболее долгоживущего изотопа (ИЮПАК, 1995).
( ) Alternative english name.
[ ] American spelling of the element's name.
( ) Альтернативное английское название.
[ ] Американское написание названия элемента.

© P.C.Самфутинов, А.П.Сайфутинов, 2004
Б.Кошкин, 2006
© R.S.Saifutdinov, A.R.Saifutdin, 2004
B.Koschkin, 2006
Mai. 2004; Nov. 2006
Home Edition Inc.

ПЕРВОПРОХОДЦЫ И ОСНОВОПОЛОЖНИКИ "СИСТЕМНОГО ДВИЖЕНИЯ" В МЕТОДОЛОГИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ



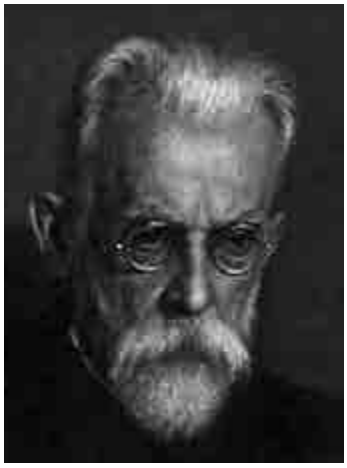
Карл Лю́двиг фон Берталан́фи (1901 - 1972) — австрийский биолог, постоянно проживавший в Канаде и США с 1949 года. Первооснователь обобщённой системной концепции под названием «Общая теория систем».



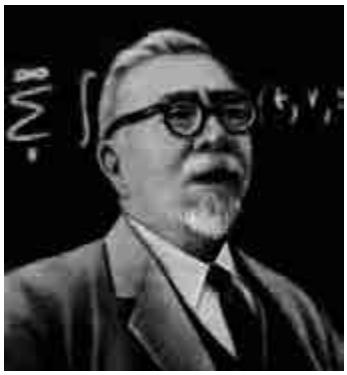
Алекса́ндр Алекса́ндрович Богда́нов (Малиновский) (1873 - 1928) — врач, экономист, философ, политический деятель, учёный-естествоиспытатель.



И́горь Ви́кторович Бла́уберг (1929 - 1990) — советский философ и методолог науки, один из создателей и лидеров системного движения в СССР, специалист по философии и методологии системных исследований.



Влади́мир Ива́нович Верна́дский (1863 - 1945) — российский и советский учёный естествоиспытатель, мыслитель и общественный деятель конца XIX века и первой половины XX века.



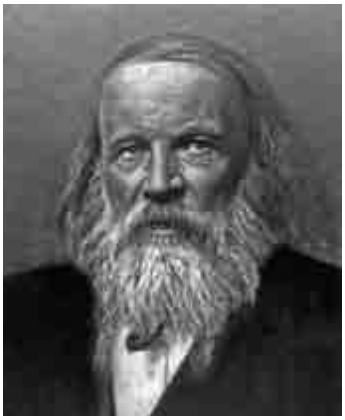
Но́рберт Ви́нер (1894 - 1964) — американский учёный, выдающийся математик и философ, основоположник кибернетики и теории искусственного интеллекта.



Эрнст Ге́нрих Фили́пп А́вгуст Ге́ккель (1834 - 1919) — немецкий естествоиспытатель и философ. Автор терминов питекантроп, филогенез и экология.



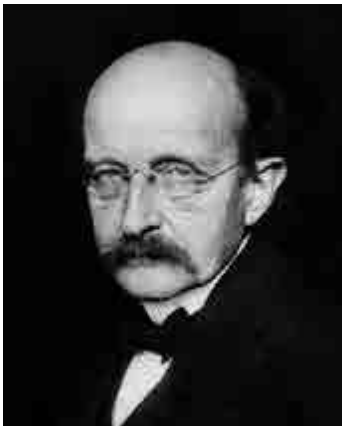
Лев Никола́евич Гумилёв (1912 - 1992) — советский историк-этнолог, археолог, востоковед, писатель, переводчик. Сын известных поэтов — Анны Ахматовой и Николая Гумилёва.



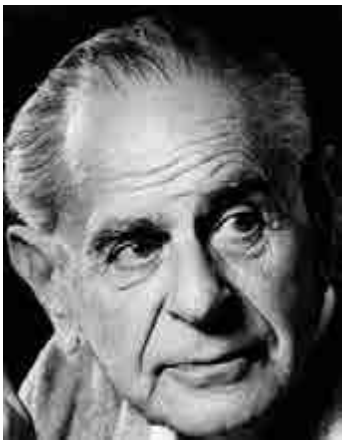
Дми́трий Ива́нович Менделе́ев (1834 - 1907) — великий русский учёный-энциклопедист: химик, физикохимик, физик, метролог, экономист, технолог, геолог, метеоролог, нефтяник, педагог, воздухоплаватель, приборостроитель.



Васи́лий Васи́льевич Нали́мов (1910 - 1997) — советский и российский учёный. Знаменитый математик и философ, профессор МГУ.



Макс Карл Эрнст Лю́двиг Планк (1858 - 1947) — немецкий физик-теоретик, основоположник квантовой физики. Лауреат Нобелевской премии по физике.



Карл Райму́нд По́ппер (1902 - 1994) — австрийский и британский философ и социолог. Один из самых влиятельных философов науки XX столетия.



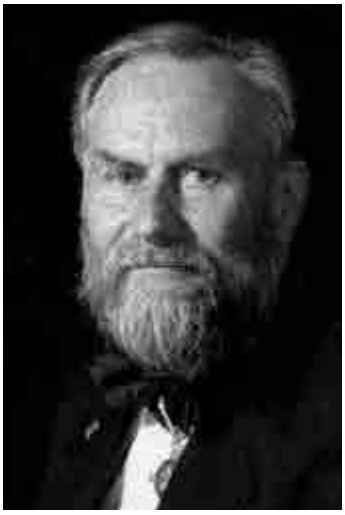
Илья́ Рома́нович Приго́жин (1917 - 2003) — бельгийский физик и физикохимик российского происхождения. Лауреат Нобелевской премии по химии 1977 года.



Влади́мир Никола́евич Сукачёв (1880 - 1967) — российский, советский геоботаник, лесовод, географ, действительный член Академии наук СССР, Герой Социалистического Труда. Ввёл в науку понятие «биогеоценоз».



Арту́р Те́нсли (1871 - 1955) — британский ботаник и эколог, автор термина экосистема.



Ге́рман Ха́кен (г.р. 1927) — немецкий физик-теоретик, основатель синергетики.



Алекса́ндр Леони́дович Чиже́вский (1897 - 1964) — советский учёный, один из основателей космического естествознания, биофизик, основоположник космической биологии и гелиобиологии, аэроионификации, электрогемодинамики, изобретатель, философ, поэт, художник.

Греческий алфавит

Начертание	Название (произношение)	Латинская транслитерация
Α α	*а*льфа	a
Β β	б*е*та	b
Γ γ	г*а*мма	g
Δ δ	д*е*льта	d
Ε ε	*э*псилон	e
Ζ ζ	дз*е*та (з*е*та)	z
Η η	*э*та	$\bar{e}$
Θ ϑ θ	т*е*та	th
Ι ι	*и*о*т*а	i
Κ κ	к*а*ппа	k
Λ λ	л*а*мбда (л*я*мбда)	l
Μ μ	мю (ми)	m
Ν ν	ню (ни)	n
Ξ ξ	кси	x
Ο ο	*о*микрон	o
Π π	пи	p
Ρ ρ	ро	r (или rh)
Σ σ ς*	с*и*гма	s
Τ τ	т*а*у	t
Υ υ	*и*псилон	y
Φ φ	фи	ph
Χ χ	хи	ch
Ψ ψ	пси	ps
Ω ω	омега	$\bar{o}$

* только в конце слов



Сведения об авторе-составителе

Егоров Юрий Вячеславович (г.р. 1933) – доктор химических наук, профессор кафедры радиохимии и прикладной экологии Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (физико-технологический институт); заслуженный деятель науки Российской Федерации; почётный профессор УГТУ-УПИ; член-корреспондент РАЕН; ветеран атомной энергетики и промышленности.

https://ru.wikipedia.org/wiki/Егоров,_Юрий_Вячеславович

ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА? С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА
(общедоступное введение в учение о системах)

Ю.В. Егоров

Подписано в печать 31.12.2014. Формат 60x90/8.
Бумага ВХИ. Печать офсетная. Усл. печ. л. 19.25. Усл. изд. л. 14.7
Тираж 50 экз.

Издательство: ООО «Издательский дом «Ажур»
г. Екатеринбург, ул. Восточная, 54

Печать: ООО «Издательский дом «Ажур»



http://hse.edu.urfu.ru/ingener2/

ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА? С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА

(общедоступное введение в учение о системах)