

ОБЗОРЫ И ЛЕКЦИИ

УДК 165.6

АПОЛОГИЯ РЕДУКЦИОНИЗМА (РЕДУКЦИОНИЗМ – КАК МИРОВОЗРЕНЧЕСКАЯ ОСНОВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ)

Глаголев М.В.^{1,2,3)}, Фастовец И.А.³⁾

¹⁾Институт лесоведения РАН (пос. Успенское, Московская обл.)

²⁾Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск)

³⁾Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

m_glagolev@mail.ru

Данная работа представляет собой адаптированную к формату журнальной статьи одну из лекций курса «Математическое моделирование биологических процессов», читаемого одним из авторов. В ней подвергнуты критике холистические концепции ряда лженаучных философских школ и утверждается значение редукционизма, как единственной философской основы современного естественнонаучного знания вообще и математического моделирования биологических процессов в частности. Тем не менее, подчеркивается, что холистические концепции нельзя считать однозначно лженаучными. Как правило, они соответствуют либо эмпирическому уровню научного познания, либо этапу «феноменологических теорий» следующего (т.е. теоретического) уровня познания, когда происходит накопление, систематизация и обобщение фактологического эмпирического материала. С переходом на высший этап (этап «объясняющих теорий»), холистические представления естественным образом отмирают, уступая место редукционизму.

Ключевые слова: математическое моделирование, холизм, эмерджентизм.

Цитирование: Глаголев М.В., Фастовец И.А. 2012. Апология редукционизма (редукционизм – как мировоззренческая основа математического моделирования) // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 3. № 2(6). EDCCrev0003.

«Все это вполне тривиально для ученого, но, как правило, недоступно... догматическому... философскому разуму».

В.Н. Садовский [2006, с. 191]

ВВЕДЕНИЕ

О методологическом базисе математического моделирования природных процессов

Одной из наиболее важных задач, стоящих перед наукой в XXI в., является проблема предсказания климатических изменений, вызываемых человеческой деятельностью. Не менее важной является и естественная изменчивость климата, которая может также вносить существенный вклад в общую картину изменения климата [Лыкосов и др., 2012, с. 9]. Но теперь любая теоретическая (обобщающая) мысль, как правило, оформляется в виде математической модели. Это не случайно, – повысились требования к точности и четкости высказываемых соображений. Математическое моделирование развивается весьма бурно [Романовский и др., 1975, с. 9]. Естественно, в наши дни задача предсказания климатических изменений и связанные с нею задачи описания динамики окружающей среды решаются именно при помощи математических моделей.

Согласно определению Всемирной метеорологической организации, климатическую систему Земли образуют следующие взаимодействующие между собой компоненты: (i) атмосфера; (ii) океан; (iii) суша – поверхность континентов с ее гидрологической системой (внутренние водоемы, болота, реки) и почва (в том числе с грунтовыми водами); (vi) криосфера – континентальные и морские льды, горные ледники и снежный покров, криолитозона («вечная мерзлота»); (v) биота – живые организмы в воздухе, море и на суше [Лыкосов и др., 2012, с. 9].

Исторически математическое моделирование в приложении к физике атмосферы началось с постановки и решения проблемы гидродинамического численного прогноза погоды. Впервые эту проблему как задачу математики и механики (задачу с начальными условиями для уравнений гидромеханики бароклинической жидкости) сформулировал в 1904 г. Вјеркнес. При этом он писал: «Если, как полагает любой ученый, верно, что последующие состояния атмосферы формируются из

предыдущих в соответствии с физическими законами, то очевидны необходимые и достаточные условия для рационального решения...: достаточно точное знание начального состояния атмосферы и достаточно точное знание законов, согласно которым одно состояние атмосферы развивается из другого» [Лыкосов и др., 2012, с. 10-11]. Таким образом, мы видим, что с самого начала моделирование атмосферы опиралось на строгие законы физики. Совершенно то же самое можно сказать и относительно моделирования океана (см., например, [Гилл, 1986; Марчук и Саркисян, 1988; Дийкстра, 2007]). Опираясь на этот прочный фундамент, моделирование атмосферы и океана достигло к настоящему времени огромных успехов в объяснении и предсказании соответствующих природных процессов. А вот в моделировании почвы, биоты и т.п. ситуация сложилась несколько иная.

Насущная необходимость этого направления была обоснована еще В.В. Докучаевым, но попытка представления основных факторов почвообразования была предпринята Jenpu с сотрудниками только в середине XX в. Работы, в которых обсуждались проблемы моделирования почвенной системы, появились начиная с 70-х годов [Чертов и др., 2007, с. 19], хотя уже к 50-м гг. относится начало распространения дифференциальных уравнений сохранения массы (Н.Н. Веригин, У. Гарднер, В.В. Рачинский, С.Ф. Аверьянов) в мелиоративном почвоведении. Исходно эти уравнения были разработаны для газов и жидкостей, однако впоследствии они были успешно применены для макроскопического описания массопереноса в различных многофазных средах, в том числе и в почвах [Пачепский, 1991, с. 1]. Было опубликовано достаточно много моделей различных почвенных процессов, более всего – водного и температурного режимов [Чертов и др., 2007, с. 19]. Модели почвенной газодинамики, в основном, стали развиваться чуть позднее – в 80-е гг. (см., например, [Гончар-Зайкин и др., 1981; Паников, 1986; Орлов и др., 1987]).

Однако даже к началу XXI в. проблема моделирования функционирования почвы еще не была решена и редко обсуждалась в почвоведческой литературе [Чертов и др., 2007, с. 19]. Подобная же ситуация сложилась и в моделировании биоты.

Хотя первая глобальная модель была опубликована В.А. Костицыным в 1935 г. [Моисеев, 1984, с. 59], но и через 50 лет после ее создания Н.Н. Моисеев и др. [1985, с. 32-33] с горечью писали: «...даже в ближайшие годы трудно ожидать более или менее удовлетворительного описания динамики биосферы... Речь может идти пока лишь об обсуждении путей и принципов построения подобной системы».

По-видимому, главнейший вопрос (относительно этих путей и принципов) состоит в следующем: на что должны опираться модели почвенной системы и биоты – на общие законы физики и химии или на какие-то специфические «почвенные» и «биологические» законы. Вероятно, для любого состоявшегося ученого ответ очевиден... Но опыт преподавания одним из авторов курса экологии в одном из ведущих университетов нашей страны показывает, что для студентов он не столь однозначен. Признаемся, для нас это было весьма удивительно. Казалось бы, уж кто-кто, но только не современная молодежь будет вытаскивать на Божий свет давно почившие дух витализма и призрак лысенковщины. Тем не менее, это – факт. Именно это заставило нас еще раз обратиться к данному вопросу и попытаться «расставить все точки над ё».

Использованные сокращения

ДиаМат – диалектический материализм;
КаЦиК – карбоциановые красители;
МеМы - механистические материалисты;
ФоДвиМ – формы движения материи.

ПОНЯТИЕ О ХОЛИСТИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЯХ

Кратко о холизме и редукционизме

Более широко и подробно холизм будет рассмотрен несколько ниже, а редукционизму посвящается заключительный раздел нашей работы. Но сейчас мы считаем необходимым дать краткое введение в эти понятия (причем непосредственно в применении к биологии).

Фактически, все сводится к вопросу о методе, которого должен держаться биолог при исследовании жизненных явлений.

- 1) Должен ли он видеть в организмах и совершающихся в них процессах крайне сложные, в количественном смысле, комплексы, которые ему удастся тем не менее разложить на более простые явления, известные в сфере неживых тел?
- 2) Или он должен видеть в жизненных явлениях нечто совершенно отличное: первичные элементарные явления, не разложимые на простейшие, не подчиняющиеся законам, общим с неживою природой?

В первом случае к физиологическим явлениям остается только применить методы физических наук. Во втором случае применять эти методы бесплодно [Тимирязев, 1949, с. 607]. Первый случай кратко выражает точку зрения редукционизма. Второй – холизма.

Итак, современный физиолог оправдывает применение к жизненным явлениям методов физических, прежде всего тем, что другого пути для их *объяснения* не существует – приступая к объяснению какого-либо явления нельзя отправляться от того положения, что оно необъяснимо [Тимирязев, 1949, с. 608, 622].

Подробнее о холизме вообще

Описание преобразования вещества в биосфере с использованием лишь уравнений химической кинетики достаточно широко распространено (см., например, [Рыжова, 1987, с. 6-10; Van der Linden et al., 1987; Смагин и др., 2001, с. 36-60, 84-97; Глаголев, 2006, с. 327-329]). Однако поскольку многие процессы этого преобразования идут лишь с участием живых организмов, то при описании таких процессов удобно использовать законы биологической кинетики.

Может показаться, что вместо «удобно использовать» нужно было сказать «необходимо использовать», поскольку до сих пор часто можно услышать ни на чем не основанное мнение, что по физическому смыслу не может быть правильным такое описание процесса, идущего с участием живых организмов, которое опирается лишь на описания химических и физических процессов¹. Откуда оно взялось? Этот взгляд отражает лишь очередное заблуждение лиц, входящих в ряд философских школ (таких, как, например, витализм, неовитализм, органицизм, холизм, эмерджентизм, диалектический материализм)².

Как известно, Ф. Энгельс выделил формы движения материи (далее – ФоДвиМ) и предложил строить классификацию наук таким образом, чтобы каждая из наук анализировала бы отдельную ФоДвиМ. При этом Энгельс говорил о том, что ФоДвиМ связаны между собой и переходят друг в друга [Микешина, 2005, с. 90], но в диалектическом материализме уточняется, что, хотя между формами движения материи существует единство и взаимное влияние (высшие ФоДвиМ возникают на основе относительно низших и включают их в себя в преобразованном виде), высшие ФоДвиМ качественно отличны от низших и несводимы к ним [Фролов, 1980, с. 397]. Однако доморощенным энгельсам полезно было бы прислушаться к словам великого австрийского физика Эрнста Маха (внесшего, впрочем огромный вклад и в философию³): «Мы не должны считать основами действительного мира те интеллектуальные вспомогательные средства, которыми мы пользуемся для постановки мира на сцене нашего сознания»⁴. В данном случае, ***ни откуда не следует, что в природе действительно существуют какие-то различные ФоДвиМ*** – они представляют собой лишь интеллектуальные вспомогательные средства, облегчающие нашему сознанию понимание многогранного и бесконечно сложного мира. Мы можем только сказать, что ФоДвиМ существуют в нашем сознании, а существуют ли они еще где-то (кроме нашего сознания) – нам неизвестно. Кроме того, ***ни откуда не следует, что высшие ФоДвиМ не сводимы к низшим***. Мы можем только

¹ Вообще говоря, в только что перечисленной литературе преобразование вещества в биосфере описывается так, как будто никаких организмов вообще нет, а просто идут химические реакции (например, реакции 1-го порядка). И в этом смысле *учет организмов*, конечно, необходим. Но сейчас мы будем рассматривать несколько иной вопрос: если наличие организмов, все-таки, пытаются учесть, то можно ли их *принципиально* описать в рамках только физико-химического подхода или необходимо привлекать какие-то новые законы, отличные от законов химической кинетики и физической химии.

² Подробнее об этих лженаучных «учениях» см. в Приложении 1.

³ Мах вместе с Авенариусом явился основателем махизма (разновидности позитивизма – «второго позитивизма»). Философия Маха оказала влияние на формирование неопозитивизма, а также явилась основой махистской ревизии марксизма (осуществленной Ф. Адлером, В.А. Базаровым, А.А. Богдановым, П.С. Юшкевичем и др.) [Фролов, 1980, с. 210, 427].

⁴ Мах Э. Механика. Историко-критический очерк ее развития. Ижевск: Ижевск. Республ. Типография, 2000. С. 432. Цит. по [Владимиров, 2011, с. 237].

сказать, что конкретному философу (философам) не удалось свести в своем сознании какую-либо высшую ФодвиМ к низшим (что не является удивительным, ибо философы⁵ не имеют глубоких познаний в точных науках, а ведь лишь при помощи последних такое сведение можно осуществить).

К сожалению, сильному воздействию указанных лженаучных холистических концепций была подвержена советская наука, а внутри нее особенно сильно пострадала именно биология. Если физики и химики, выступив относительно единым фронтом, отбили атаки на свои науки со стороны безграмотных философов, то в биологии, благодаря активной деятельности крупного советского лжеученого – Президента ВАСХНИЛ (1938-1956, 1961-1962 гг.) акад. Т.Д. Лысенко, ситуация сложилась совершенно иная.

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 [Любищев, 1991, с. 184]. К сожалению, это произошло спустя значительное время, а на те долгие годы, когда все руководящие бразды в биологической науке были переданы Т.Д. Лысенко и его последователям, они под флагом борьбы за специфику биологии, по существу встали непреодолимым барьером на пути развития отечественной физико-химической биологии, на пути развития всего комплекса исследований живого средствами точных наук – математики, кибернетики, теории информации, теории систем и др. [Борзенков, 2011, с. 117].

В докладе на сессии ВАСХНИЛ 15.09.1953 Т.Д. Лысенко говорил: «...будет ошибкой сводить биологические закономерности к химическим и физическим...». В совместной (с Н.И. Нужиным) брошюре «За материализм в биологии», изданной в 1957 г., он писал: «...биологические объекты – микроорганизмы, растения и животные живут, питаются, развиваются в соответствии не с химическими, а биологическими закономерностями... Жизнь, биологические явления не укладываются и не могут уложиться в химические и физические закономерности» [Сойфер, 2002, с. 830, 850, 876, 881]. Позволив себе сделать эти и другие аналогичные бездоказательные заявления, Лысенко [1959] честно признался на заседании Президиума АН СССР и Отделения биологических наук 20 января 1959 г.: «...я не компетентен ни в физике, ни в химии». Однако, прилюдно признав этот очевидный факт, он тут же опять голословно объявил, что: «Биологические закономерности – это не физические; и не химические и не математические закономерности...». И даже оставив пост Президента ВАСХНИЛ, Лысенко продолжал «дуть в свою дуду» (правда, теперь уже не в научной, а в партийной печати) – в газете «Правда» 23.01.1963 он писал: «Никакое химическое или физическое познание живого не дает представления о тех биологических законах, по которым живет и развивается органический мир» [Сойфер, 2002: 896, 946].

Рождение и смерть одной холистической идеи

В качестве конкретного примера холистической концепции вспомним то место из «Анти-Дюринга», где ДиаМат устами своего создателя Энгельса учит: «обмен веществ... есть самосовершающийся процесс, присущий, прирожденный своему носителю – белку» [Розенталь и Юдин, 1955, с. 140]. Вот оно – проявление холизма! Действительно, рассмотрим, например, атом платины. Очевидно, что обмен веществ ему не присущ. Можем рассмотреть любые другие атомы – С, N, O, S и т.д. Ни одному из них обмен веществ не присущ. А вот перейдем от атомов на молекулярный уровень. И мы видим, что ДиаМат учит: у молекулы белка внезапно появляется прирожденное ее свойство – обмен веществ. Так рассуждают философствующие холисты. И они, как обычно, ошибаются!

Биологи твердо установили – и это вошло даже в школьные учебники, см., например, [Полянский и др., 1983, с. 144]: обмен веществ присущ не белку, а клетке и происходит он потому, что для химических реакций, протекающих в клетке, характерны организованность и упорядоченность. Мембраны клетки, высланные молекулами ферментов, представляют своего рода конвейеры, на которых с исключительной точностью и высокими скоростями осуществляются химические реакции. В принципе, этого уже достаточно для опровержения диалектико-материалистического лжеучения об обмене веществ, как холистическом свойстве белка. Тем не менее, дальнейшее более подробное обсуждение этого вопроса читатель может найти в Приложении 2.

⁵ Согласно Павлу Соломоновичу Юшкевичу, философия – не наука, а результат полухудожественного эмоционально-интеллектуального видения [Фролов, 1980, с. 436].

Итак, подведем краткий итог разобранный выше примера. В XIX в. Энгельс (как известно, не окончивший даже гимназию и потому не имеющий твердых знаний в химии и биологии) формулирует холистическую концепцию: «обмен веществ... есть самосовершающийся процесс, присущий, прирожденный своему носителю – белку». Дальнейшее развитие науки через конкретные биохимические и молекулярно-биологические исследования, показывает, что обмен веществ не присущ белку. Но некоторые белки могут обладать каталитическими свойствами, вполне подпадающими под действие законов, установленных для неорганических катализаторов. А обмен веществ определяется в значительной мере⁶ расположением белков в пространстве клетки – продукты одной реакции как на конвейере попадают для обработки другим ферментам, т.е. служат субстратами следующей реакции (таким образом, оптимальное расположение ферментов, обеспечивает прохождение целых цепочек реакций, завязанных друг на друга и формирующих весь обмен веществ клетки). Изначально холистическая концепция («обмен веществ присущ биологическому уровню движения материи и не может быть сведен к предыдущему – химическому – уровню») оказалась, как обычно, неверна: обмен веществ биологических организмов в конце концов был сведен к химическим реакциям; при этом для теоретического описания оказалось достаточно использовать законы химической кинетики, а никаких новых принципиальных законов биохимической или биологической кинетики (не сводимых к кинетике химической) выявлено не было. В результате лженаучные холистические представления в этой области сменились на глубоко научные редукционистские (пожалуй, наилучшим образом сформулированные примерно через 100 лет после Энгельса известным американским биохимиком Варнером [1968, с. 16]: «Главное, чему учит нас энзимология, коротко состоит в следующем: все явления жизни, начиная от самых простейших реакций до сложных процессов человеческого сознания и мышления, могут быть описаны с помощью понятий, определяющих химические и физические свойства атомов, ионов и молекул»).

ЭМПИРИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ПОЗНАНИЯ И ЭТАП ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ КАК ОПРАВДАНИЕ ХОЛИЗМА

Уровни научного познания

Однако несмотря на то, что, волею случая, на холизм легла тяжелая печать лженаучной лысенковщины⁷, следует ясно понимать: холистическая концепция отражает не просто невесть откуда взявшееся заблуждение, а определенный этап в научном познании.

Научное познание есть развивающаяся система, которая включает в себя два основных уровня – эмпирический и теоретический. На эмпирическом уровне преобладает живое созерцание. Поэтому исследуемый объект отражается преимущественно со стороны своих внешних связей и проявлений (иногда даже утверждают, что эмпирическое познание отражает *лишь* внешние свойства и отношения предметов и процессов). Однако А. Эйнштейн считал предрассудком убеждение в том, что факты сами по себе, без теоретического построения, могут и должны привести к научному познанию. Теоретический уровень научного познания характеризуется преобладанием рационального момента – понятий, теорий, законов и др. Теоретическое познание отражает явления и процессы со стороны их универсальных *внутренних связей и закономерностей* [Кохановский и др., 2007, с. 170-172, 175].

Причем, *теории опытных наук* – физики, химии, биологии и др. – по глубине проникновения в сущность изучаемых явлений можно разделить на два больших класса: феноменологические и

⁶ Кроме *локализации*, контроль метаболизма осуществляется еще *количеством* и *каталитической активностью ферментов*, но эти вопросы мы здесь рассматривать не будем, отсылая заинтересованного читателя к богатой литературе – например, к [Варнер, 1968, с. 16-19; Мецлер, 1980, с. 63-75; Гюнтер и др., 1982, с. 175-182; Зитте и др., 2008, с. 47-51].

⁷ Конечно, не стоит думать, что холизм был присущ лишь так называемой «советской науке». Авторы благодарны одному из рецензентов, обратившему их внимание на то, что в настоящее время по запросу «intitle:holism» (т.е. по запросу на статьи, упоминающие холизм в заголовке) Google Scholar выдает великое множество статей и многие из них написаны не позже 2012 г. Т.е. дискуссия в международной печати не утихает до сих пор. Нам не было бы никакого труда сослаться (хотя бы формально) на три-четыре из этих статей, как того требует современная традиция написания научных работ. Однако, на основании опыта научной деятельности мы пришли к выводу, что следует придерживаться строгих принципов и ни в коем случае не отступать от них до тех пор, пока их ложность не будет неопровержимо доказана. Одним из таких принципов для (по крайней мере одного из) нас является указание, сформулированное, согласно Б.С. Горобцу [2009, с. 91], акад. А.Б. Мигдалом: «Не надо говорить о неправильных... работах и авторах, просто не надо на них ссылаться». Так что, еще раз напомнив заинтересованному читателю о возможностях поиска холистических работ и специалистов-холистов при помощи Google Scholar, сами мы далее в этом направлении не пойдём.

нефеноменологические. *Феноменологические* (их называют также эмпирическими) описывают наблюдаемые в опыте свойства и величины предметов и процессов, но не вникают глубоко в их внутренние механизмы. С феноменологическими теориями исследователи сталкиваются, как правило, на первых ступенях развития любой науки, когда происходит накопление, систематизация и обобщение фактологического эмпирического материала. Такие теории – вполне закономерное явление в процессе научного познания. Но *с его развитием теории феноменологического типа уступают место нефеноменологическим* (их называют также объясняющими). Последние не только отображают существенные связи между явлениями, и их свойствами, но и раскрывают глубинный внутренний механизм изучаемых явлений и процессов, их необходимые взаимосвязи, существенные отношения [Кохановский и др., 2007, с. 190-191]. Таким образом, *пока* в какой-либо области науки накапливаются лишь эмпирические сведения об объекте исследования, но объяснить их не удастся (т.е. *данная область находится на эмпирическом уровне или, в лучшем случае, на уровне феноменологических теорий*), *складывается иллюзия несводимости специфических закономерностей, выявленных в данной области науки, к более фундаментальным законам*.

Анализ холистических взглядов Одума

Конечно, любую область науки на ее эмпирическом уровне или на этапе феноменологических теорий могли застать даже весьма крупные ученые, поэтому и в их трудах можно встретить идеи, близкие к лысенковщине. Но поскольку эта лженаучная концепция органически не могла быть им присуща, то, как правило, в их трудах проскакивают какие-то противоречия и догадки, свидетельствующие о бурной работе мысли, ищущей выход из тупика холизма.

Например, Одум [1986, с. 15-16], касаясь конкретно экологии, писал, «...что по мере объединения компонентов, или подмножеств, в более крупные функциональные единицы, у этих новых единиц возникают новые свойства, отсутствовавшие на предыдущем уровне. Такие *качественно новые, эмерджентные*, свойства экологического уровня или экологической единицы нельзя предсказать, исходя из свойств компонентов, составляющих этот уровень или единицу. Рассматриваемый нами принцип можно выразить иным способом, исходя из понятия о *несводимых свойствах*, суть которого заключается в том, что свойства целого невозможно свести к сумме свойств его частей». Обратим внимание на два последних предложения. Сам Одум говорит о том, что последнее предложение – просто иной способ выражения для предпоследнего. Однако это не так! Действительно, сравним: «...свойства экологического уровня или экологической единицы *нельзя предсказать, исходя из свойств компонентов...*» и «...свойства целого невозможно *свести к сумме его частей*». Очевидно, что последнее утверждение более слабое (и, кстати, оно – правильное): свойства целого нельзя свести лишь *к сумме* свойств его частей, *но, может быть возможно свести к их произведению*, например... А вот если свойства целого *вообще* нельзя предсказать, исходя из свойств компонентов, то тут не помогут никакие операции над свойствами частей. Так что же имел в виду Ю. Одум? К счастью далее он уточняет свою позицию: «Эмерджентные свойства возникают в результате взаимодействия компонентов».

И уже совершенно ясный ответ на наш вопрос дает пример, приводимый им далее: «Водород и кислород, соединяясь в определенном соотношении, образуют воду, жидкость, совершенно непохожую по своим свойствам на исходные газы» [Одум, 1986, с. 16]. Да, свойства воды не есть *сумма* свойств водорода и кислорода (например, плотность воды не равна сумме плотностей водорода и кислорода).

Более того, свойства воды (излюбленный пример эмерджентистов) вообще не могли быть предсказаны из свойств водорода и кислорода на основе тех теорий, которые были в науке в доквантовую эру. И тогда они могли квалифицироваться как эмерджентные. Но они перестают быть таковыми на уровне современной химической теории, основанной на квантовой механике [Борзенков, 2011, с. 119-120]. Свойства воды, в принципе, можно вывести на основе законов квантовой и физической химии из свойств (в частности, из внутреннего строения) и процесса взаимодействия водорода и кислорода (ибо все химические законы, *формально говоря*, вытекают из уравнения Шредингера [Хомяков и Хомяков, 1996, с. 9]). Да что – вода! Бесцветная жидкость без запаха и почти безвкусная. Интересно ли рассчитывать ее свойства? Кроме того, у науки были и гораздо более насущные задачи, нежели выводить свойства воды из свойств водорода и кислорода. Поэтому в качестве конкретного примера вывода свойств, казавшихся эмерджентными, мы рассмотрим другой – электронные спектры поглощения.

Пример успешной редукции в химии: цвета органических соединений

Радость от восприятия цвета – одно из старейших культурно-эстетических чувств человечества. Уже в древние времена люди заботились о том, чтобы окрасить или раскрасить одежду и предметы домашнего обихода в красивые, по их мнению, цвета. Во все времена окраска имела символическое значение, как это и сейчас выражается в цветах гербов и национальных флагов [Гауптман и др., 1979, с. 733]. Но как получается тот или иной цвет?

Если вещество полностью пропускает или полностью отражает лучи видимой части спектра⁸, оно кажется нам бесцветным или белым. Это наблюдается для большинства органических соединений. Если же все лучи видимой части спектра поглощаются полностью, то вещество кажется нам черным. В тех случаях, когда соединение поглощает почти весь белый свет и отражает лишь в небольшой спектральной области, например, 595-605 нм, оно кажется нам *окрашенным* и имеет цвет отраженных им световых волн. В выбранном примере он будет казаться глазу оранжевым. Чаще соединения поглощают лучи лишь в небольшом интервале видимой части спектра, они имеют более или менее узкую полосу поглощения, например в области от 595 до 605 нм, с абсорбционным максимумом при определенных значениях длин волн. Они и в этом случае являются *окрашенными*, но глазу виден цвет, *дополнительный к поглощенному свету*, например в выбранном примере зеленовато-синий. Окраска многих соединений обусловлена поглощением в двух или более областях видимой части спектра, причем интенсивность полос поглощения в большинстве случаев различна. В результате этого появляется разнообразие оттенков окраски [Гауптман и др., 1979, с. 734].

Теория⁹ спектров поглощения первоначально разрабатывалась химиками, которые пытались найти связь между цветом и химическим составом красителей. Позднее классическая теория цветности органических соединений уступила место квантовомеханической теории¹⁰. Для определенности оставшимся только на одном классе соединений – карбоциановых красителях (далее – КаЦиК). Молекулы КаЦиК содержат атомы N, H, C [Хигаси и др., 1967, с. 193, 203] и при необходимости могут быть получены путем химического синтеза из азота, водорода и углерода. Азот и водород – бесцветные газы. Если углерод брать в форме графита, то цвет его будет черный. А цвета карбоциановых красителей – практически любые. Естественно, данное свойство (цвет) КаЦиК не может быть получено путем сложения соответствующих свойств составляющих их элементов. Поэтому появление ярких цветов КаЦиК при их синтезе из бесцветных ингредиентов не могло не казаться философам очередным эмерджентным чудом.

Однако с помощью процедуры, использованной Куном, был осуществлен квантовомеханический расчет спектров, результаты которого хорошо согласуются с опытными данными [Хигаси и др., 1967, с. 202-204]. Таким образом, свойство «цвет КаЦиК» вполне может быть выведено из свойств (электронной структуры) составляющих КаЦиК элементов. Конечно, это не единственный пример – с помощью квантовой химии оказалось возможным огромное число свойств молекул вывести из свойств составляющих их атомов

В результате, после многочисленных успехов квантовой химии антиредукционисты попали в затруднительное положение. Эти успехи многими были восприняты как свидетельство в пользу возможности сведения химии к физике. Иначе трудно объяснить плодотворность в химии квантовых представлений, явно инициированных успехами квантовой физики [Канке, 2011, с. 318].

ЭТАП ОБЪЯСНЯЮЩИХ ТЕОРИЙ

Естественно, рано или поздно эмпирический этап и этап феноменологических теорий в любой области науки заканчиваются, тогда иллюзия несводимости (специфических закономерностей, выявленных в данной области науки, к более фундаментальным законам) рассеивается, начинается

⁸ Видимая часть спектра электромагнитного излучения охватывает область с длиной волны от 400 до 750 нм. Белый свет содержит излучения всех длин волн этой спектральной области [Гауптман и др., 1979, с. 734].

⁹ Строго говоря, с современных позиций назвать ее «теорией» нельзя, поскольку это был, по сути дела, эклектичный набор эмпирических правил, позволявших в отдельных случаях строить догадки относительно цвета того или иного химического соединения.

¹⁰ Квантовомеханическую теорию электронных спектров поглощения (цветности) органических соединений заинтересованный читатель может найти в [Хигаси и др., 1967, с. 193-235]. Там же приведены ссылки на пионерские работы в этой области.

этап объясняющих теорий¹¹. Отрадно признать, что до понимания этого положения, совершенно очевидного для всех сколько-нибудь серьезных ученых, досрочно, наконец, и отдельные, говоря словами А.А. Любищева, «философские моськи» (например, логические позитивисты). Так, К. Гемпель писал¹²: «Эмерджентность какой-либо характеристики явления не есть онтологическое свойство самого явления; скорее, это показатель пределов нашего знания в данное время: следовательно, он имеет относительный, а не абсолютный характер; то, что эмерджентно относительно имеющихся на сегодня теорий, может лишиться этого статуса относительно будущих теорий».

Концепции науки и логики научного объяснения, тождественной концепции К. Гемпеля, придерживался один из наиболее ярких отечественных философов науки – Лев Борисович Баженов, который очень точно вскрыл преходящий характер холизма: «Холистические концепции фиксируют слабые стороны тех или иных конкретных построений, дают первоначальное описание недостаточно изученных предметных областей, ставят задачу для последующего более глубокого изучения. Они всегда ЭТАП и никогда не ИТОГ. В завершённом знании холизм не имел бы места» [Борзенков, 2011, с. 116-117, 120]. Исторически сложилось так, что наиболее ясно передовые философы поняли это в частном случае физикализации химии.

В указанном отношении, пожалуй, наиболее значимыми оказались работы А.А. Печенкина. Его позиция такова: «Благодаря развитию... химия как бы “убегает” от физикализации: на каждый новый шаг по физикализации химии химики реагируют новыми... идеями, еще не оформленными в физических понятиях и не имеющими твердой физической основы». Наконец, к аналогичному выводу в конце концов пришел и такой авторитетный философ, как Эрик Шерри, посвятивший свою докторскую диссертацию изучению возможности редуцирования химии к физике. Позицию, занимаемую им с 1999 г., можно суммировать следующим образом: эпистемологическое сведение химии к физике ВОЗМОЖНО, но ПОКА оно не случилось (поэтому на вопрос о возможности редуцирования химии к физике он не без юмора отвечает «Да и нет») [Канке, 2011, с. 267, 271-272]. Конечно, представление о преходящем характере холизма верно не только для химии, но для любой отрасли науки, в том числе и для биологии.

В частности, затронутый выше Одумом вопрос об эмерджентных свойствах экологического уровня или экологической единицы, пройдя холистический этап, получил дальнейшее развитие и в итоге нашел полное решение в прямо противоположном направлении. Так, Флейшман и др. [1982, с. 67]¹³, рассматривая *принцип иерархической организации* (который позволяет соподчинить друг

¹¹ К сожалению, иногда в той или иной области науки (или сразу в нескольких) складывается следующая неприятная ситуация: объективные предпосылки для перехода на этап объясняющих теорий еще не созрели (наука просто еще не разработала или даже не открыла те разделы, которые необходимы для правильного объяснения наблюдаемых фактов), но здоровым силам научных работников уже не терпится сбросить, если так можно выразиться, ментальные цепи эмпирического этапа и интеллектуальные оковы этапа феноменологических теорий. Не в силах сдержать себя, они забегают вперед, пытаясь перепрыгнуть овраг незнания, пока еще не засыпанный новыми открытиями, и достигнуть маяющего противоположного берега – этапа объясняющих теорий. Понятно, что это не может кончиться иначе, как падением в этот овраг и барахтаньем в трясине псевдонаучных лже-объяснений. В результате разработки таких лже-объяснений, возникали разнообразные течения, которые можно, в общем, охарактеризовать как «вульгарный редукционизм», который под прикрытием наукообразия (простых математических уравнений) пытался описывать еще плохо изученные явления. По-видимому, это явилось одной из причин зарождения холистических (а иногда и воинствующе холистских) мыслей в головах естествоиспытателей. Типичными представителями их является, на наш взгляд, механические (механистические) материалисты (далее – МеМы).

МеМы пытались все явления природы объяснить при помощи законов механики и свести все разнообразные процессы и явления (химические, биологические, психические и др.) к механическим. Расцвет механистического материализма падает на XVII-XVIII вв. (Гоббс, Декарт, Спиноза и др.). Эта форма материализма была обусловлена тем, что из всех наук в то время достигли относительно высокого уровня развития только механика и математика. Декарт, некоторые французские материалисты XVIII в. и др. пытались при помощи аналогий доказать тождество живых организмов с машинами. Позднее в СССР группа МеМов (Л. Аксельрод, Варьяш и др.) пыталась ревизовать ДиаМат с механистической точки зрения, но была разоблачена [Розенталь и Юдин, 1955, с. 140, 285].

¹² Гемпель К.Г. Логика объяснения. М., 1998. С. 110-111. Цит. по [Борзенков, 2011: с. 116].

¹³ Читателя не должно смущать, что говоря о принципе эмерджентности, якобы соответствовавшем более раннему этапу развития экологии, мы ссылались на книгу Одума [1986], в то время, как более позднему этапу сопоставили работу Флейшмана и др. [1982]. Дело в том, что «Экология» Одума является немного переработанным вариантом его же книги «Основы экологии», вышедшей на русском языке в 1975 г. (и Флейшман и др. [1982] ссылаются именно на нее). Но и это издание представляло собой перевод лишь 3-го английского издания. А вообще «Основы экологии» (на английском языке) увидели свет еще в 1953 г. Учитывая то, сколько времени уходит обычно на написание и издание научного труда такого

другу как естественные, так и искусственные системы), указали, что свойства систем некоторого уровня (например, популяции) выводятся в виде теорем (объясняются) на основе постулируемых свойств и связей их элементов, т.е. систем нижележащего уровня (для уровня популяции системы нижележащего уровня – особи). Подчеркнем, что к этому утверждению (о выводе свойств высшего уровня в виде теорем) следует относиться не как к преувеличению или красивой фигуре речи, а как к непреложному факту сегодняшнего дня науки.

ТЕОРЕМА КОРЗУХИНА И МЕТОД КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ

Теорема Корзухина

В качестве примера упомянем об известной теореме, строго математически доказанной М.Д. Корзухиным: всегда можно построить закрытую химическую систему кинетических уравнений, поведение которой сколь угодно точно совпадает с поведением заданной системы $dx_j/dt = \Psi_j(x_1, x_1, \dots, x_n)$, где $j = 1, 2, \dots, n$; Ψ_j – любые полиномы с целыми неотрицательными степенями. Здесь закрытой химической системой называется система кинетических уравнений, учитывающая взаимодействия не выше второго порядка,

$$dx_i/dt = \sum_{k=1}^n (\beta_{ik} \cdot x_k) + \sum_{k,l=1}^n (\gamma_{ikl} \cdot x_l \cdot x_k), \quad i = 1, 2, \dots, n;$$

если

- а) все величины x_i имеют смысл концентраций¹⁴;
- б) в системе нет автокаталитических членов, т.е. $\beta_{ii} \leq 0$, $\gamma_{iii} \leq 0$, $\gamma_{iii} \leq 0$;
- в) выполняется равенство

$$\sum_{i=1}^n (\rho_i \cdot x_i) = \text{const},$$

где коэффициенты ρ_i имеют смысл молекулярных весов веществ x_i . Последнее выражение является известным законом сохранения масс, в открытых системах это условие не выполняется. В таких случаях формально всегда можно доопределить систему до «закрытой», введя в рассмотрение резервуар соответствующих молекул [Романовский и др., 1975, с. 35-36]. Сформулированная теорема очень важна для конкретного решения вопроса о сводимости закономерностей высшего (биологического) уровня к законам низшего (химического) уровня.

Действительно, хорошо известно, что биологические системы, как правило, содержат члены, описывающие авторепродукцию. С другой стороны, чисто «химические» кинетические системы не допускают наличия автокаталитических членов¹⁵. Поэтому, по существу, здесь идет речь о сводимости биологических моделей к химическим [Романовский и др., 1975, с. 35]. Сформулированная выше **теорема утверждает, что автокаталитический рост биомассы может быть представлен набором чисто химических реакций, следовательно, законы биологического роста могут быть выведены из уравнений химической кинетики!**

Автокатализ

Рискуя надоесть вдумчивому читателю, тем не менее, поясним еще раз иными словами сказанное выше (поскольку для биолога, не являющегося специалистом в области кинетики, этот раздел мог быть неочевиден). Итак, в значительной мере биологическая кинетика базируется на уравнениях автокаталитического типа: $dx/dt = \mu \cdot x$. В этих уравнениях скорость увеличения концентрации вещества (dx/dt) связана положительной пропорциональностью с самой концентрацией

объема, можно смело утверждать, что рассматриваемые теоретические взгляды относятся к седой древности – максимум, к концу 40-х гг. прошлого века.

¹⁴ При этом Романовский и др. [1975, с. 35] указывают, что математически это выражается положительностью x_i , но, на наш взгляд, физическому смыслу концентраций соответствует, скорее, менее строгое неравенство $x_i \geq 0$. Впрочем, с формально математической точки зрения, при решении кинетических уравнений с начальными условиями $x_i(0) > 0$ всегда будет выполняться $x_i(t) > 0$, поэтому, в данном случае, условия положительности и неотрицательности в некотором смысле эквивалентны: условие неотрицательности всегда будет выполняться только в своей положительной части, следовательно оно является избыточным и можно ограничиться более строгим условием $x_i > 0$, как это и делают Романовский и др. [1975, с. 35].

¹⁵ Т.е. никакое химическое соединение не может «размножаться» само по себе.

вещества (x). Например, чем больше биомасса микробов, тем быстрее она нарастает (в некоторых оптимальных условиях). В химической кинетике такие уравнения не встречаются – скорость увеличения концентрации какого-либо реагента не увеличивается пропорционально концентрации этого реагента (т.е. реагент не может «размножаться»). Научный редукционизм предполагает, что жизнь микроба можно свести, в частности, к набору химических реакций, идущих в микробной клетке. Если бы теорема Корзухина не была верна, то формально это нельзя было бы сделать – как бы мы ни описывали химические реакции в микробной клетке, мы не могли бы получить автокаталитический рост биомассы. В этом состоял очередной аргумент лжеученых-холистов: «Как же вы, ученые-редукционисты, сведете **биологический** процесс роста микробной биомассы к **химическим** процессам в микробной клетке? Ведь эти **химические процессы вы должны описать при помощи законов химической кинетики, а в них не бывает автокаталитических членов; но, с другой стороны, эмпирическим фактом является то, что биомасса размножается, поэтому в биокинетике используется именно автокаталитическое уравнение**». К счастью, М.Д. Корзухин с гениальной ясностью доказал свою теорему. Тем самым была показана принципиальная возможность описания автокаталитического роста при помощи системы уравнений химической кинетики. Например, пусть X – биомасса микробов, S – питательный субстрат их роста, M – некоторый промежуточный метаболит, из которого в дальнейшем синтезируется микробная биомасса. Рассмотрим «химическую» систему:

- 1) $X + S \rightarrow X + M$ (потребление микробами субстрата S с образованием промежуточного метаболита M ; биомасса микробов здесь выступает как катализатор – по биологическому смыслу концентрация фермента, осуществляющего процесс $S \rightarrow M$, пропорциональна концентрации биомассы);
- 2) $M \rightarrow X$ (синтез биомассы из промежуточного метаболита M).

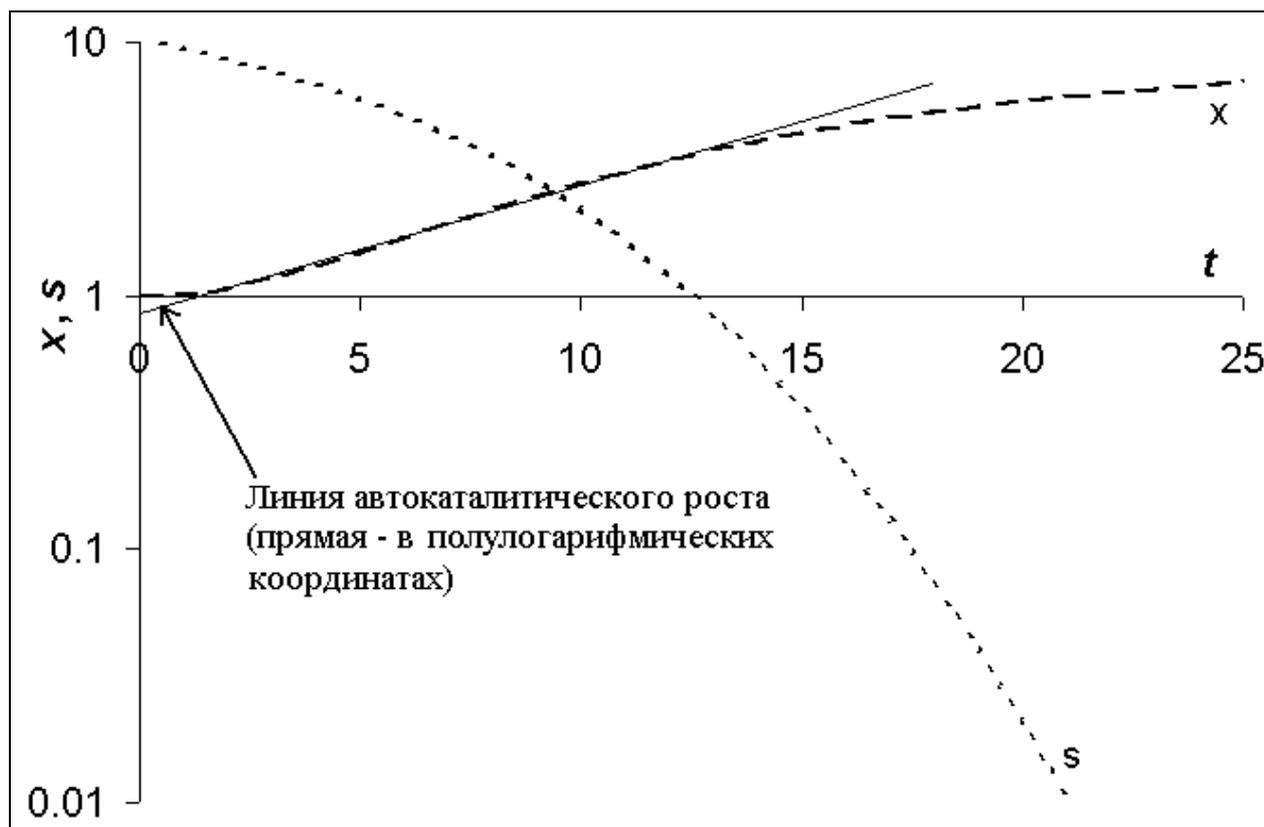


Рисунок 1. Результат решения закрытой химической системы кинетических уравнений, моделирующей автокаталитический рост биомассы.

Уравнения, описывающие эту систему, с одной стороны, являются закрытой химической системой кинетических уравнений (читатель легко может проверить, что удовлетворяются пп. теоремы Корзухина), а с другой стороны, мы имеем автокаталитический синтез биомассы – когда пройдут оба процесса (1 и 2), то вместо исходного количества X биомассы мы будем иметь $2X$. Чтобы наступила полная ясность, доведем вышесказанное до численного примера. Будем обозначать концентрации S, X, M строчными буквами s, x, m . Пусть начальные концентрации составляли

$s = 10, x = 1, m = 0$ (условных единиц). Пусть кроме того, процесс (1) характеризуется константой 2-го порядка $k_1 = 0.1$, а процесс (2) характеризуется константой 1-го порядка $k_2 = 0.05$. Итак, система уравнений химической кинетики для «реакций» (1), (2) будет иметь вид:

$$dx/dt = k_2 \cdot m, \quad dm/dt = k_1 \cdot s \cdot x - k_2 \cdot m, \quad ds/dt = -k_1 \cdot s \cdot x.$$

(поскольку X участвует в трех процессах – во-первых, «тратится» при взаимодействии с S , во-вторых, образуется при взаимодействии X с S и, в-третьих, образуется из M – то в соответствии с правилами химической кинетики уравнение для dx/dt должно было бы содержать три слагаемых: $dx/dt = -k_1 \cdot s \cdot x + k_1 \cdot s \cdot x + k_2 \cdot m$, но, как видим, после очевидных сокращений мы действительно получим $dx/dt = k_2 \cdot m$). На рис. 1 приведено численное решение этой системы (отображена только динамика s и x) для указанных выше начальных условий и значений параметров. Мы специально построили график в полулогарифмических координатах. Очевидно, что пока концентрация субстрата достаточно велика, $\ln(x)$ возрастает практически линейно. Еще раз напомним, что концентрация «биомассы» x получена как решение вышеприведенной закрытой химической системы кинетических уравнений, т.е. системы, не содержащей автокаталитических членов! Но ведь линейное по времени возрастание $\ln(x)$ характерно для автокаталитического процесса: $dx/dt = \mu \cdot x \Rightarrow x \sim \exp(\mu \cdot t) \Rightarrow \ln(x) \sim \mu \cdot t$. Теперь совершенно очевидно, что при помощи системы, в которой не было ни одного автокаталитического члена, но которая в терминах химической кинетики описывала принципиальную схему метаболизма микроба, мы получили автокаталитический рост биомассы¹⁶ (как и предсказывала теорема Корзухина)! Тем не менее, к сожалению, теорема Корзухина не снимает всех аргументов холистов.

Ферментативная кинетика: квазистационарная редукция к уравнению Михаэлиса-Ментен

Все взаимосвязанные реакции, которые, в сущности говоря, и составляют «жизнь» живой клетки, зависят от ферментов. Но, как широко известно (см., например, [Мецлер, 1980, с. 11; Panikov et al., 1992; Зитте и др., 2008, с. 45]), зависимость скорости (v) катализируемой ферментом реакции превращения одного субстрата от концентрации ($[S]$) последнего описывается уравнением Михаэлиса-Ментен:

$$v = V_{\max} \cdot [S] / (K_M + [S]),$$

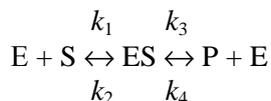
где V_{\max} – максимальная скорость реакции, K_M – так называемая константа Михаэлиса. Поскольку, $v = -d[S]/dt = d[P]/dt$ (здесь $[P]$ – концентрация продукта реакции), то к этому уравнению кажется возможным попытаться применить теорему Корзухина. Если бы она действительно была к нему применима, то это доказывало бы, что можно построить систему химических реакций, в которой скорость образования продукта зависит именно таким нелинейным образом, который характерен для биохимических процессов. Но – нет, теорема Корзухина в данном случае не может быть применена, поскольку для уравнения Михаэлиса-Ментен имеем $\Psi = V_{\max} \cdot [S] / (K_M + [S])$, что не является полиномом с целыми неотрицательными степенями. Неужели ферментативная кинетика несводима к химической? Неужели холисты правы – на биологическом уровне организации материи появляется принципиально новое свойство (если так можно выразиться – «михаэлисовость» кинетики биохимических реакций), которое нельзя свести к кинетическим свойствам химических реакций!?

¹⁶ Могут возразить: вы получили автокаталитический рост только на некотором отрезке времени, а до и после этого отрезка поведение функции $x(t)$ сильно отклоняется от автокаталитического, тогда как уравнение $dx/dt = \mu \cdot x$ описывает автокаталитический рост при любом t . Конечно, мы могли бы просто ответить, что хотели продемонстрировать только принципиальную возможность воспроизведения автокаталитической динамики в закрытой химической системе (и ведь действительно мы ставили перед собой лишь эту задачу!), но не ставили задачу точного описания динамики биомассы. Однако... получили-то мы, как раз, гораздо более реалистичное описание, чем дает автокаталитическое уравнение!!! Действительно, биомасса не может экспоненциально расти вечно – при исчерпании питательного субстрата скорость ее роста уменьшается и в конце концов падает до нуля (см., например, [Варфоломеев и Гуревич, 1998, с. 544]). Это же мы имеем и на нашем рис. 1: когда s становится слишком мало, x отклоняется от автокаталитической прямой вниз.

И еще один интересный момент: рост реальных клеточных культур *in vitro* имеет индукционный период (лаг-фазу). В течение лаг-фазы не происходит сколько-нибудь заметного увеличения числа клеток. Данная фаза обычно наблюдается после пересева клеточной культуры. В ней происходит адаптация микробных клеток [Варфоломеев и Гуревич, 1998, с. 543]. Уравнение $dx/dt = \mu \cdot x$ не описывает лаг-фазу: согласно этому уравнению автокаталитическое нарастание биомассы начинается сразу же – непосредственно с момента времени $t = 0$. А вот на рис. 1 мы ясно видим лаг-фазу (примерно до $t = 1$). Таким образом, последовательно реализовав принцип редукционизма, мы не только получили автокаталитический рост (т.е. то, что планировали получить), но и обнаружили его именно там, где он имеет место в действительности – после лаг-фазы (о которой мы вовсе не задумывались)!

Конечно – нет! Просто в данном случае делать это нужно не при помощи теоремы Корзухина, а иными средствами – на основе метода квазистационарных концентраций.

Катализируемая ферментом реакция превращения субстрата в продукт протекает согласно общей схеме:



При этом k_i означают константы скоростей отдельных частичных реакций [Зитте и др., 2008, с. 44]. Ферменты не могут действовать на расстоянии, поэтому первой стадией ферментативной реакции должно быть образование комплекса ES. Процесс этот обратим. Но если реакция в целом необратима, то для описания подобной системы необходимы три константы скорости (k_1, k_2, k_3) [Мецлер, 1980, с. 10]. Т.е. примем, что обратная реакция $E + P \rightarrow ES$ протекает пренебрежимо медленно ($k_4 \approx 0$) [Зитте и др., 2008, с. 44]. Описание кинетических свойств системы в общем случае является довольно сложной задачей, однако в подавляющем числе экспериментов концентрация фермента исключительно низка (порядка 10^{-8} М), в то время как субстрат присутствует в большом избытке. При этих условиях в большинстве ситуаций, представляющих интерес для биохимии, справедливо допущение *о стационарном протекании процесса*. Предполагается, что образование комплекса ES из свободного фермента и субстрата уравнивается превращением ES в P; это означает, что на протяжении относительно небольшого интервала времени, необходимого для экспериментального определения скорости, концентрация ES остается практически постоянной [Мецлер, 1980, с. 10-11]. При равновесии формирование фермент-субстратного комплекса описывается выражением [Зитте и др., 2008, с. 45]:

$$d[ES]/dt = k_1 \cdot [E] \cdot [S] - k_2 \cdot [ES] - k_3 \cdot [ES] \approx 0.$$

Подчеркнем, что это уравнение записано строго в соответствии с обычным законом химической кинетики – законом действующих масс. Т.е. взаимодействие фермента с субстратом и дальнейший распад фермент-субстратного комплекса мы рассматриваем просто как обычные химические реакции.

Подставим в это соотношение выражение¹⁷

$$[E] = [E]_0 - [ES],$$

где $[E]_0$ – начальная концентрация фермента. Получаем:

$$k_1 \cdot ([E]_0 - [ES]) \cdot [S] - k_2 \cdot [ES] - k_3 \cdot [ES] \approx 0 \Rightarrow k_1 \cdot [E]_0 \cdot [S] - k_1 \cdot [ES] \cdot [S] - k_2 \cdot [ES] - k_3 \cdot [ES] \approx 0.$$

Найдем отсюда [ES]:

$$[ES] \approx k_1 \cdot [E]_0 \cdot [S] / (k_1 \cdot [S] + k_2 + k_3).$$

Тогда по обычному в химической кинетике закону действующих масс получим для скорости реакции:

$$v = d[P]/dt = k_3 \cdot [ES] \approx k_3 \cdot k_1 \cdot [E]_0 \cdot [S] / (k_1 \cdot [S] + k_2 + k_3).$$

Если числитель и знаменатель разделить на k_1 , введя, кроме того, обозначения:

$$V_{\max} = k_3 \cdot [E]_0, \quad K_M = (k_2 + k_3) / k_1,$$

то мы будем иметь в точности уравнение Михаэлиса-Ментен. Итак, мы получили его, предположив, что ферментативная реакция сводится к трем химическим реакциям, каждая из которых описывается

¹⁷ Это выражение совершенно очевидно: пусть мы имели до начала реакции раствор фермента с концентрацией $[E]_0$. В процессе реакции часть молекул фермента свяжется с субстратом, в результате чего изначально нулевая концентрация фермент-субстратного комплекса возрастет до $[ES]$, а концентрация фермента понизится на ту же величину. Т.е., действительно, концентрация фермента в любой момент времени будет составлять разность между исходной его концентрацией и текущей концентрацией фермент-субстратного комплекса.

в рамках обычной химической кинетики. К неудовольствию холистов, нелинейная ферментативная кинетика Михаэлиса-Ментен оказалась сведена к обычной химической кинетике и никаких специфических первичных «биологических принципов» обнаружено при этом не было.

Биологическая кинетика: редукция по принципу узкого места

Не вдаваясь в подробности, заметим, что успешные редукции возможны и на более высоких уровнях. Например, с одной стороны, очевидно, что даже микробная клетка неизмерима сложнее, чем фермент.

С другой стороны, для зависимости удельной скорости роста биомассы (μ) от концентрации лимитирующего субстрата (S) всеобщее признание получила форма записи, предложенная Моно в 1942 г.:

$$\mu = \mu_{\max} \cdot S / (K_S + S),$$

где μ_{\max} – максимальная удельная скорость роста, K_M – константа полунасыщения, равная концентрации субстрата, при которой $\mu = \mu_{\max}/2$ [Романовский и др., 1975, с. 123; Вавилин и Васильев, 1979, с. 10-11]. Таким образом, очевидно, что уравнение Моно по форме тождественно уравнению Михаэлиса-Ментен. Что это – случайное совпадение? Нет!

Как показали исследования Н.Д. Иерусалимского, аналогия между формулами Моно и Михаэлиса-Ментен имеет не внешний характер, а наоборот, указывает на глубокую связь между молекулярными процессами, протекающими внутри клетки, и ростом биомассы. **Формулу Моно можно непосредственно вывести**¹⁸ из лежащего в основе этой связи факта: одна из ферментативных реакций может быть узким местом, определяющим скорость дальнейших биохимических превращений, в том числе и процессов биосинтеза [Вавилин и Васильев, 1979, с. 11].

В живой клетке обычно ферментативные реакции существуют не изолированно, а образуют разветвленные цепи. Процесс переработки начального субстрата в конечный продукт протекает в несколько стадий и катализируется целой ферментативной системой. Замечательной особенностью таких систем является «принцип узкого места», который утверждает, что все реакции одной цепи регулируются в каждый данный момент в одном, определяющем звене [Романовский и др., 1975, с. 46]. Анализ, проведенный в [Варфоломеев и Гуревич, 1999, с. 280-287], приводит к выводу: наибольшее влияние на общую скорость процесса оказывают ферменты, имеющие наименьшую величину отношения V_{\max}/K_M . Упрощенно говоря, вся разветвленная цепь реакций ведет себя так, как будто вместо нее работает лишь один фермент – тот, для которого отношение V_{\max}/K_M является наименьшим (в сравнении с другими ферментами).

Вообще же с использованием принципов квазистационарности, «узкого места» и т.п. удалось подробно описать и объяснить разнообразные особенности роста и жизнедеятельности как микробных, так и иных клеток (см., например, [Романовский и др., 1975; Волькенштейн, 1978; Dorofeev et al., 1992; Варфоломеев и Гуревич, 1999, с. 541-684]).

РЕДУКЦИОНИЗМ

Подробнее о редукционизме

Выше мы разобрали несколько примеров, когда некоторые закономерности, проявляющиеся якобы на более высоком уровне организации материи, математически выводятся из закономерностей более низкого уровня. Вообще же, стремление свести описание сложных систем к *взаимодействию* все более мелких их элементов получило название **редукционизма** [Хомяков и Хомяков, 1996, с. 8]. Редукционизм проходит широким фронтом через всю биологию. Вся биология сводится в конечном счете к физике и химии¹⁹. Вся эволюция вплоть до макро- и мегаэволюции сводится к

¹⁸ Более того, В.А. Вавилин и В.Б. Васильев [1979, с. 11-14], исходя из принципа узкого места и грубых оценок констант скоростей реакций, катализируемых гексокиназой, а также из молекулярной массы и содержания биополимеров в клетке, получают вполне реалистичные численные оценки для μ_{\max} и K_S .

¹⁹ Вообще говоря, как разъяснял Л.Б. Баженов, только физика обладает фундаментальным (в смысле глобальной фундаментальности) статусом (наука называется «фундаментальной в смысле глобальной фундаментальности» только если ее основные положения не могут быть теоретически выведены из каких-либо других дисциплин, а могут быть лишь обоснованы ссылкой на совокупность опытных данных). Основная фундаментальная характеристика физики связана с универсальностью ее законов и тенденцией объяснения на их основе всего круга явлений, входящих в компетенцию естествознания [Борзенков, 2011, с. 118]. Таким образом, вся химия сводится в конечном счете к физике, следовательно

микрорезволюции. Вся наследственность, включая проблему осуществления, сводится к взаимодействию генов, которое в конечном счете сводится к перестановке в ДНК. Вся морфология и систематика сводятся к физиологии и историческому развитию организмов [Любищев, 1977]. Согласно этой доктрине живой организм можно описать как сумму взаимосвязей и взаимодействий отдельных молекул [Хомяков и Хомяков, 1996, с. 8]. Из известных ученых, последовательно придерживающихся таких взглядов и всеми доступными средствами неустанно популяризирующих их в течение последних 20-30 лет, можно назвать, например, лауреата Нобелевской премии по физике С. Вайнберга [Борзенков, 2011, с. 110]. Вообще, говоря о споре между редукционизмом и холизмом, хотелось бы обратить внимание читателя на сам состав исследователей, входящих в тот и другой лагерь. С одной стороны (в лагере редукционистов) мы видим настоящих титанов духа: Нобелевского лауреата С. Вайнберга, академика Берлинской АН Э. Дюбуа-Реймона, Нобелевского лауреата Дж. Уотсона, академика АН СССР В.А. Энгельгардта, известного американского биохимика Дж. Варнера и др., имена которых, благодаря их конкретным открытиям в самых разных областях науки, золотыми буквами навечно вписаны в память благодарного человечества. А с другой (в лагере холистов) – «философские моськи» (как метко охарактеризовал подобных лиц великий биолог А.А. Любищев [1991, с. 184])²⁰, которые либо запомнились как откровенные лжеученые (Т.Д. Лысенко, И. Президент), лишь затормозившие научный прогресс, либо не запомнились²¹ вообще, как почти никому сегодня не известные профессора философии С. Александер, Ч.Д. Броуд и Г. Дриш (имя которого носило основанное в 1947 г. в Регенсбурге Общество по философии и *парапсихологии*).

Редукционизм в историческом развитии науки

Истоки редукционизма восходят к самым корням формирования новоевропейской науки. Как формы деятельности творцов науки Нового времени, так и их результаты сразу были проинтерпретированы в таком стиле, и стало как само собою разумеющимся, что все классическое естествознание пропитано духом редукционизма, что все его основные достижения обязаны методу редукции. Г. Галеллей предложил теорию движения Земли, которая объясняла такие различные, на первый взгляд, явления, как качание маятника, движение тела по наклонной плоскости и полет снаряда. Приблизительно в это же время Кеплер сформулировал законы движения планет. Дальнейший шаг был сделан Ньютоном: он показал, что законы Кеплера и Галилея являются частным случаем небольшого числа фундаментальных законов механики и закона всемирного тяготения. В течение двух последующих веков на базе теории механики Ньютона были развиты теория приливов и отливов, динамика жидкости, механика полета и пр. Кинетическая теория газов объяснила законы Бойля-Мариотта, Авогадро и Гей-Люссака [Борзенков, 2011, с. 114].

относительно биологии можно говорить, что она сводится не к физике и химии, а просто к физике. Но на практике редукционизм в биологии обычно ограничивается тем, что закономерности биологии сводятся к законам химии и физики, а то, что химия сводится к физике – просто подразумевается, но само сведение химии к физике в биологических работах не проводится.

²⁰ Интересно отметить, что среди антиредукционистов некоторые лица начинали свою деятельность на поприще науки или техники, но вскоре оставили его (возможно, столкнувшись с существенными трудностями конкретной научно-технической деятельности, требующей незаурядного уровня интеллекта) и предпочли удалиться в болото философии. Таковы В.Г. Борзенков, окончивший Чапаевский химико-технологический техникум по специальности "Техник-теплотехник"; Г. Дриш, начинавший как биолог; В.А. Канке, сначала преподававший физику в Бийском госпединституте, а затем – философию, и ряд др. Удивительно, но для редукционистов характерно обратное движение – они зародились в трясине философии, но, вероятно, ее смрадная атмосфера, сковывающая творческие силы истинного ученого, оказалась для них слишком душной и они со временем вырвались на простор настоящей науки. Такой путь прошел, например, проф. Л.Б. Баженов, в 1949 г. окончивший философский факультет МГУ, а в 1958 г. – физико-математический факультет Московского заочного педагогического института.

Если же читатель посчитает наше мнение слишком радикальным, то мы отошлем его к мнениям, которые высказывали о философии величайшие ученые современности и недалекого прошлого. Конечно, на эту тему можно было бы привести почти бесконечное количество цитат, но мы ограничимся лишь тремя наиболее известными:

- 1) С. Вайнберг [2008, с. 133]: «...я стремлюсь здесь изложить точку зрения не философа, а рядового специалиста, неспорченного работающего ученого, который не видит в профессиональной философии никакой пользы. ...мне не известен ни один ученый, сделавший заметный вклад в развитие физики..., работе которого... помогли бы труды философов ...я упоминал о том, что Вигнер назвал "непостижимой эффективностью" математики. Здесь я хочу указать на другое в равной степени удивительное явление – "непостижимую неэффективность философии"».
- 2) П.А.М. Дирак [1990, с. 9]: «...не считаю философию наукой, которая может способствовать развитию физики».
- 3) Р. Фейнман и др. [1965, с. 24]: «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».

²¹ Не запомнились настолько, что, например, дата смерти Ч.Д. Броуда (родившегося в 1887 г.) почти никому не известна.

Конечно, не каждая область науки в те времена могла позволить себе наслаждаться плодами с дерева редукционизма, поскольку деревья эти выросли еще не везде и кое-где оставалось ждать их ростков довольно долго. Почти трагически звучат слова К.А. Тимирязева [1949, с. 608] сказанные в 1894 г. о работе Сенебье: «...она представляет нам любопытный памятник не только того, чем была физиология сто лет тому назад, но чем она желала быть, чего она ожидала от успехов химии и физики. Сенебье ждал всего только от физики и химии; на последней странице своего пятитомного сочинения он говорит, что и написал-то его только для того, чтобы обратить внимание физиков и химиков на эту новую область исследования».

Если проследить историю развития науки дальше, то станет совершенно ясно, что эффективность редукционизма Нового времени – не случайность. Все дальнейшие выдающиеся победы науки также достигнуты на пути редукционизма. В частности, возникновение новых революционных теорий физики первой трети XX в. (теории относительности и квантовой механики) было истолковано и воспринято абсолютным большинством ученых в чисто редукционистском стиле; наибольшие надежды на доказательство осуществленных редукций в биологии можно было связывать с молекулярной биофизикой и биофизикой клетки: что же, как не редукцию, означает раскрытие физических механизмов ферментативного катализа или мышечного сокращения [Борзенков, 2011, с. 115, 122].

Как писал еще в начале 70-х гг. XX-го в. акад. В.А. Энгельгардт²²: «Редукционизм в настоящее время не нуждается в какой-либо защите или аргументации в доказательство его правомочности. Эти доказательства даны всей совокупностью современного... исследования, которое, по существу является ни чем иным, как триумфальным шествием редукционистского принципа». Впрочем для отдельных наук это уже было ясно гораздо раньше. Так, К.А. Тимирязев [1949, с. 608] убежденно писал еще в 1894 г.: «...физиология всею своею историей оправдала эту точку зрения. Все, что приобретено физиологией до сих пор, приобретено только благодаря приложению к жизненным явлениям физических и химических методов исследования, благодаря распространению на них физических и химических законов». Таким образом, сегодня редукционизм – это не одно из возможных течений в философии науки, и даже не единственная эффективная методология науки, а редукционизм – это и есть современная наука (недаром ведущий советский философ проф. Л.Б. Баженов назвал свой выдающийся труд «Общенаучный статус редукционизма»²³)!

Современное положение дел

Но справедливости ради, заметим, что и до сих пор дискуссия редукционистов и холистов продолжается по инерции (это неудивительно, поскольку из-за существования популяционного разнообразия вообще, есть и некоторое разнообразие силы интеллекта в человеческой популяции, в частности; так что всегда будет воспроизводиться небольшой процент открывателей вечных двигателей, ниспровергателей генетики, и т.п.). В этой дискуссии, среди прочих, критически относятся к антиредукционистам такой авторитетный философ химии, как Эрик Шерри [Канке, 2011, с. 271], один из патриархов среди современных философов – Патрик Саппс и недавно покинувший нас К. Поппер. Будучи убеждены, что сейчас эта дискуссия представляет собой лишь пустую трату времени, мы, тем не менее, можем отослать интересующихся читателей, если им не жалко это время тратить, к оригинальным работам, посвященным редукционизму в химии, например, к [Popper, 1974; Suppes, 1984; 2001; Scerri, 1999; 2007] и биологии – [Waters, 1994; Sarcar, 1998; Rosenberg, 2006].

Не в силах в честной научной дискуссии с представителями естественных наук хоть как-то поколебать монолитное здание редукционизма, философы-холисты вынуждены прибегать к подмене понятий. Так, например, В.Г. Борзенков [2011, с. 123] в подкрепление своего тезиса «из одних только законов физики как таковых в принципе нельзя было бы предсказать существующие на Земле структуры живого» приводит следующее наблюдение: «Чрезвычайно поучительна эволюция мысли по этому поводу одного из крупнейших биофизиков последней четверти XX в. Л.А. Блюменфельда. В работе “Проблемы биологической физики”, вышедшей в 1977 г. он в таких словах сформулировал “свой символ веры”: “Для полного описания и понимания строения и функционирования всех существующих биологических систем в принципе вполне достаточно известных нам основных законов физики”. Однако в работе 2002 г. ... с весьма симптоматичным названием “Решаемые и

²² Энгельгардт В.А. Интегрализм – путь от простого к сложному в познании жизни. М., 1973. С. 12. Цит. по [Борзенков, 2011: с. 111-121].

²³ Пушино, 1986 г. Цит. по [Борзенков, 2011: с. 118].

нерешаемые проблемы биологической физики”, он, воспроизводя этот “свой символ веры” 1970-х гг., продолжил: “Сегодня я не вполне в этом уверен”».

Надеемся, внимательный читатель заметил неуклюже совершенную подмену. В подкрепление своего тезиса о том, что из одних только **законов физики как таковых** нельзя предсказать существующие структуры живого, Борзенков приводит слова крупного ученого-биофизика о том, что тот не уверен в достаточности **известных законов физики** для полного описания строения и функционирования биосистем. Кстати, на с. 133 Блюменфельд [2002] дает определение того, что же он понимает под «нерешаемыми проблемами»: «Мы будем называть нерешаемыми проблемы, решение которых невозможно²⁴ в рамках современной физики». Видите – опять не «в рамках физики, как таковой», а лишь «в рамках современной физики». Но кто же в здравом уме будет утверждать, что человечество более никогда не откроет новых физических законов!?

Разумеется, такие грубые подмены²⁵ не могут представлять интереса для вдумчивого исследователя, поэтому мы больше не будем на них останавливаться. В качестве второго направления дискуссии, которую навязывают сегодня холисты, мы бы выделили их попытки размыть строго очерченную границу редукционизма/холизма и «показать», что кроме этих крайних воззрений есть несколько переходных форм, которые якобы и обладают истиной.

Например, по вопросу о возможности сведения химии к физике В.А. Канке [2011, с. 273-274, 324] выделяет следующие позиции (для простоты дальнейшего обсуждения мы расположим их в виде ряда, а не в почти случайном порядке, как это имело место в оригинальной работе):

1. Антиредукционистская позиция: химия, являясь наукой специфического уровня бытия, принципиально отличается от физики и, следовательно, не может быть сведена к ней (Й. Шуммер, Н. Псарос, Я. Ван Бракель).
2. Химия не сводима к физике, ибо обе они являются незамкнутыми незаконченными системами, которые реализуются неодинаковым образом (Р. Хэндри).
3. Физика и химия являются различными ветвями одной и той же науки, они не сводимы друг к другу. Для обеих характерны плюралистические ветви развития. Физические концепции, с одной стороны, и химические теории, с другой стороны, обладают семейным сходством (В.А. Канке)²⁶.

²⁴ Между прочим, Блюменфельд [2002] не дает доказательств того, что какие-то проблемы являются нерешаемыми. Он лишь критикует некоторые решения двух проблем, данные его предшественниками, и не кажущиеся ему правильными. Тем не менее, во-первых, быть может даже в рамках современной физики кто-либо сможет найти правильные решения. А, во-вторых, может быть со временем будет доказана неправильность блюменфельдовой критики уже существующих решений.

²⁵ Вообще говоря, мы привели далеко не самый худший пример современной антиредукционистской «мысли». Если обратиться к труду В.А. Канке [2011, с. 323], то можно прочитать следующее: «Но возможно ли объяснение тех феноменов, которые рассматривала классическая генетика, посредством молекулярной генетики? Разумеется, ибо именно она и является этим объяснением. ...И тут выясняется довольно неожиданное обстоятельство. Оказывается, эпистемологические редукционисты совсем не настаивают на сведении макроявлений к микроявлениям. Они всего лишь настаивают на необходимости динамического объяснения как микро-, так и макроявлений. Отказывающийся от такого объяснения, по сути, непозволительно сужает поле науки, что недопустимо. Таким образом, эпистемологический редукционизм – это, строго говоря, совсем не редукционизм, а серьезная попытка выявить существо интертеоретических отношений в биологии. Редукционизм как программа исследований потерпел крах. Это хорошо известно ведущим философам биологии». Итак, сначала заявляется, что посредством молекулярной генетики (т.е. на молекулярном уровне организации материи) возможно объяснить те феномены, которыми занималась классическая генетика (на уровне организма или популяции). Вроде бы полное торжество редукционизма в данной конкретной области? Ан, нет! Оказывается, эпистемологический редукционизм не настаивает на сведении макроявлений к микроявлениям. Это сужает поле науки, это недопустимо! Эпистемологический редукционизм – это вообще не редукционизм. Следовательно, редукционизм потерпел крах. М-да... Такова логика «ведущего философа биологии»!

Прочитированный выше отрывок не может не приводить в недоумение. Вот ведь, заявляется, что генетика сводится к молекулярной генетике. Правильно, в этом и была одна из задач молекулярной генетики. Далее – эпистемологический редукционизм этого сделать не может. Естественно – он же не является редукционизмом, как это тоже правильно заявляется. И вывод... редукционизм потерпел крах. Почему??? В крайнем случае – эпистемологический редукционизм потерпел крах. А вообще-то, с большей степенью логичности отсюда можно было сделать следующий вывод: ведущие философы биологии потерпели крах; это хорошо известно любому редукционисту...

А ведь доктор философских наук, проф. В.А. Канке – далеко не последний философ России. Объективно оценить это можно при помощи модной сегодня наукометрии (подробнее о наукометрических показателях см., например, [Глаголев и Суворов, 2009; Глаголев и др., 2012] и ссылки на литературу там). На момент написания нашей статьи Российский Индекс Научного Цитирования (РИНЦ) дает 10 ссылок на публикации В.А. Канке (что составляет ≈ 0.83 ссылки/публикацию), а это хотя в абсолютном исчислении и меньше, чем у доктора философских наук, проф. В.Г. Борзенкова с его 31 ссылкой, но в относительном исчислении – немного больше (у Борзенкова лишь ≈ 0.79 ссылки/публикацию).

²⁶ В [Канке, 2011, с. 274] против этого пункта (в отличие от всех остальных пунктов) не указан типичный представитель. Но из того, что подобная позиция неоднократно заявлялась в цитируемой книге безо всяких ссылок и с явным одобрением (или

4. Происходит физикализация химии, но она всегда не поспевает за ее концептуальными новациями. Критики редукционизма сполна воспользовались этим обстоятельством: своим оппонентам они постоянно указывали на необходимость объяснить еще нечто (А.А. Печенкин).
5. Химия в будущем, видимо, будет сведена к физике, но пока это не случилось (Э. Шерри).
6. Физикалистская позиция: химия – это физика, она не является самостоятельной позицией (К. Поппер, П. Саппс).

Вдумчивый читатель не может не заметить, что позиции 1-3 – это обычный холизм, в какие бы одежды он не рядился, а позиции 4-6 – это старый добрый редукционизм, как бы критики ни пытались загримировать его. Действительно, в пп. 1-3 везде рано или поздно, но совершенно четко утверждается: «химия не сводима к физике». Все, этого достаточно: раз не сводима, значит это – холизм. С пп. 5-6 также все ясно. Позицию А.А. Печенкина мы уже обсуждали выше, показав, что это – весьма глубокое понимание редукционизма в его взаимоотношении с реальным развитием науки. К сказанному тогда прибавим сейчас еще один аргумент. Рассмотрим какой-то произвольный момент времени (T_i) в прошлом. Зафиксируем состояние химии в этот момент времени (т.е. опишем все представления химии, современные времени T_i) и обозначим это состояние X_i . Аналогично зафиксируем состояние физики в момент времени T_i и обозначим это состояние через Φ_i . Конечно, в момент T_i химия оказывается не сведена к физике полностью. Т.е. нельзя указать такую функцию f , что $X_i = f(\Phi_i)$. Но, согласно представлениям А.А. Печенкина (и, кстати, Л.Б. Баженова) ученые, предприняв очередной шаг по физикализации химии, успешно проводят такую редукцию через какое-то время (ΔT) в момент времени $T_{i+1} = T_i + \Delta T$ (обозначим состояние физики в этот момент времени через Φ_{i+1}). Следовательно, $X_i = f(\Phi_{i+1})$. На это химики реагируют новыми открытиями, которые, естественно, не могут быть мгновенно всесторонне изучены и оформлены в физических понятиях. Обозначим через X_{i+1} состояние химии в момент времени T_{i+1} . Очевидно, что в состоянии X_{i+1} химия опять оказывается не сведена к физике. Отсюда создается иллюзия несводимости химии к физике. Но это лишь иллюзия: ведь лишь «новая» химия оказалась не сведена к физике, а «старая» химия X_i оказалась сведена к «новой» физике Φ_{i+1} . Но какая разница – к «старой» или «новой» физике? Ведь «новая» физика – это все равно физика! Если бы было возможно передать информацию об Φ_{i+1} из будущего в прошлое: из T_{i+1} – химикам в T_i , то они бы воскликнули «Химия сведена к физике!». И то, что для этого необходима информация из последующего момента времени, не должно смущать. Вот, все, читающие ныне эти строки, безусловно живы. И столь же безусловно то, что спустя какое-то время все они умрут. Но из того, что они живы сейчас не следует то, что они принципиально бессмертны. Напротив, из того, что потом умрут, следует, что принципиально смертны. Точно так же: из того, что химия в каждый момент времени не сведена к современной ей физике не следует то, что она принципиально не сводима к ней. Напротив, из того, что потом химия предыдущих времен оказывается сведена к физике времен последующих, следует, что принципиально химия сводима к физике.

Одержав, таким образом, убедительную философскую победу над холизмом, мы могли бы остановиться. Однако, справедливости ради отметим, что в реальной науке все несколько сложнее (и потому запутаннее), чем это могли представить философы. Даже если современной физики, в принципе, хватало бы для объяснения всех химических и биологических закономерностей выявленных в прошлом, тем не менее, из-за ограниченности наших знаний (или из-за огромных сложностей оперирования ими) *исчерпывающий* редукционизм в каждый конкретный момент времени оказывается невозможным.

Но следует подчеркнуть, что редукционизм оказывается неприемлем для исследователей *по практическим соображениям*. В этой связи интересным примером является то, что упомянутое выше уравнение Шредингера, *практически* невозможно решить при описании реакций даже простых соединений. Между тем, чтобы описать поведение биологических и экологических систем надо решать уравнения гораздо большей степени сложности и размерности [Хомяков и Хомяков, 1996, с. 8-9]. И эту практическую невозможность (в отношении конкретного вопроса на том или ином этапе развития науки) не стоит абсолютизировать, как это делали отдельные ученые-пессимисты, взгляды которых прекрасно выразил известный доцент Абрам Липович Зельманов, писавший «... что основные принципы могут содержать в себе абсолютно все, но практическая невозможность вывода из этих принципов многих закономерностей, которые мы сравнительно легко получаем из

как вывод после того, как автор подверг «уничтожающей» критике остальные концепции), становится совершенно понятным, что автор стоит именно на этой позиции.

эксперимента, превращается в принципиальную невозможность»²⁷. Нет, нельзя говорить о **принципиальной** невозможности! Какая же она *принципиальная*, если с течением времени появляются более мощные вычислительные средства, более изощренная техника эксперимента, и победное шествие редукционизма продолжается далее?! Конечно, рано или поздно оно исчерпывает имеющиеся возможности и вновь останавливается до поры, но именно лишь до поры. А потом, с появлением новых средств редукционизм опять продвигается в новые области, еще вчера бывшие ему недоступными!

И весьма симптоматично, что современные антиредукционисты подсознательно ощущают шаткость своих позиций. Так, В.А. Канке [2011, с. 274], заканчивая раздел, в котором он безуспешно отстаивает позиции холизма, пишет: «Мы не призываем читателя руководствоваться... нашей книгой...». Мы же, напротив, призываем читателей в их конкретной научной деятельности припадать только к живому древу редукционизма и даже близко не подходить, даже взгляд не бросать на пожухлую траву холизма и иже с ним.

ЛИТЕРАТУРА

- Блюменфельд Л.А. 2002. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики. М.: УРСС. 158 С. Также доступна по URL: <http://megalib.org/rd/ru/16A43CBE7C1B53BB9FB6436AF06F771A43258746/> (дата обращения: 29.05.2011).
- Борзенков В.Г. 2011. Имеется ли будущее у редукции как основания научного знания // Будущее фундаментальной науки: Концептуальные, философские и социальные аспекты проблемы / Под ред. А.А. Крушанова и Е.А. Мамчур. М.: КРАСАНД. С. 109-131.
- Вавилин В.А., Васильев В.Б. 1979. Математическое моделирование процессов биологической очистки сточных вод активным илом. М.: Наука. 119 с.
- Вайнберг С. 2008. Мечты об окончательной теории. Физика в поисках самых фундаментальных законов природы. М.: Изд-во ЛКИ/URSS.
- Варнер Д. 1968. Ферменты // Биохимия растений / J. Bonner, J.E. Varner (eds.). М.: Мир. С. 15-19.
- Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. 1999. Биокинетика: Практический курс. М.: ФАИР-ПРЕСС. 720 с.
- Владимиров Ю.С. 2011. Между физикой и метафизикой. Кн. 2: По пути Клиффорда-Эйнштейна. М.: Кн. дом «ЛИБРОКОМ». 248 с.
- Волькенштейн М.В. 1978. Общая биофизика. М.: Наука.
- Гауптман З., Грефе Ю., Ремане Х. 1979. Органическая химия. М.: Химия. 832 с.
- Гилл А. 1986. Динамика атмосферы и океана: В 2-х т. М.: Мир.
- Глаголев М.В. 2006. Математическое моделирование метаноокисления в почве // Труды Института микробиологии имени С.Н. Виноградского РАН. Вып. XIII: К 100-летию открытия метанотрофии / В.Ф. Гальченко (отв. ред.). М.: Наука. С. 315-341.
- Глаголев М.В., Карелин Д.В., Франовский С.Ю. 2012. Могут ли индексы цитирования помочь в оценке уровня диссертаций? (Опыт сравнительного анализа в экологии) // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 3. № 1(5). EDCCmis0002. Также доступна по URL: http://www.ugrasu.ru/uploads/files/EDCC_3_1_Glagolev.pdf (дата обращения 13.12.2012)
- Глаголев М.В., Суворов Г.Г. 2009. Элементы наукометрии в почвоведении и экологии (на примере факультета почвоведения МГУ) // Доклады по экологическому почвоведению. Вып. 10. № 1. С. 1-74. Статья доступна по URL: http://jess.msu.ru/images/stories/scibibliography/2009/number1_10/08008mm.pdf (дата обращения 11.01.2011).
- Гленсдорф П., Пригожин И. 1973. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуации. М.: Мир.
- Гончар-Зайкин П.П., Дынкин Л.Д., Дынкин С.Д., Журавлев О.С. 1981. Модель газообмена в системе «микроорганизмы-почва-атмосфера» // Моделирование биогеоценотических процессов / Под ред. В.В. Галицкого. М.: Наука. С.142-148.
- Горобец Б.С. 2009. Круг Ландау и Лифшица. М.: Кн. дом «ЛИБРОКОМ». 336 с.
- Гюнтер Э., Кемпфе Л., Либберт Э., Мюллер Х., Пенцлин Х. 1982. Основы общей биологии. М.: Мир. 440 с.
- Дийкстра Х.А. 2007. Нелинейная физическая океанография. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований. 680 с.
- Дирак П.А.М. 1990. Воспоминания о необычайной эпохе. М.: Наука. 208 с.
- Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт Й.В., Брезински А., Кёрнер К. 2008. Ботаника: в 4 т. Т. 2. Физиология растений. М.: Издат. центр «Академия». 496 с.
- Канке В.А. 2011. Философия математики, физики, химии, биологии. М.: Кнорус. 368 с.
- Кохановский В.П., Лешкевич Т.Г., Матяш Т.П., Фатхи Т.Б. 2007. Основы философии науки. Ростов н/Д.: Феникс. 608 с.
- Лыкосов В.Н., Глазунов А.В., Кулямин Д.В., Мортиков Е.В., Степаненко В.М. 2012. Суперкомпьютерное моделирование в физике климатической системы. М.: Изд-во МГУ. 408 с.
- Лысенко Т.Д. 1959. К вопросу о взаимоотношениях биологии с химией и физикой // Агробиология. №4. С. 484-488.
- Любимцев А.А. 1991. В защиту науки: Статьи и письма. Л.: Наука. 295 с.
- Марчук Г.И., Саркисян А.С. 1988. Математическое моделирование циркуляции океана. М.: Наука. 304 с.
- Мецлер Д. 1980. Биохимия. Химические реакции в живой клетке. Т. 2. М.: Мир.

²⁷ Зельманов А.Л. Некоторые вопросы космологии и теории гравитации // Физическая наука и философия. М.: Наука, 1973. С. 280. Цит. по [Владимиров, 2011: с. 169, 171].

- Микешина Л.А. (ред.). 2005. Философия науки: Общие проблемы познания. Методология естественных и гуманитарных наук: хрестоматия. М.: Прогресс-Традиция, МПСИ: Флинта. 992 с.
- Моисеев Н.Н. 1984. Комментарии к «Эволюции атмосферы» В.А. Костицына // Костицын В.А. Эволюция атмосферы, биосферы и климата. М.: Наука. С. 46-96.
- Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. 1985. Человек и биосфера. М.: Наука. 272 с.
- Одум Ю. 1986. Экология: В 2-х тт. Т. 1. М.: Мир. 328 с.
- Орлов Д.С., Минько О.И., Аммосова Я.М., Каспаров С.В., Глаголев М.В. 1987. Методы исследования газовой функции почвы // Современные физические и химические методы исследования почв / Под ред. А.Д. Воронина и Д.С. Орлова. М.: Изд-во МГУ. С. 118-156.
- Паников Н.С. 1986. Количественное описание газообмена CO₂ и O₂ в связи с метаболизмом почвенных микроорганизмов // Роль организмов в газообмене почв / Под ред. проф. Б.Г. Розанова. М.: Изд-во МГУ. С. 14-27.
- Пачепский Я.А. 1991. Методическая разработка к спецкурсу «Математическое моделирование в мелиорации почв». М.: ЦНИИЭИголь.
- Полянский Ю.И., Браун А.Д., Верзилин Н.М., Данилевский А.С., Жинкин Л.Н., Корсунская В.М., Суханова К.М. 1983. Общая биология. Учебник для IX-X классов. М.: Просвещение.
- Розенталь М., Юдин П. 1955. Краткий философский словарь. М.: Гос. издат. полит. лит.-ры.
- Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. 1975. Математическое моделирование в биофизике. М.: Наука. 344 с.
- Рыжова И.М. 1987. Математическое моделирование почвенных процессов. М.: Изд-во МГУ. 82 с.
- Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Смагина М.В., Глаголев М.В., Шевченко Е.М., Хайдапова Д.Д., Губер А.К. 2001. Моделирование динамики органического вещества почв. М.: Изд-во МГУ. 120 с.
- Садовский В.Н. 2006. Несвоевременные мысли о науке и религии: физики и клирики // В защиту науки. № 3. С. 186-195.
- Сойфер В.Н. 2002. Власть и наука. (Разгром коммунистами генетики в СССР). М.: ЧеРо. 1024 с.
- Старостин Б.А. 2010. Органицизм // Новая философская энциклопедия. М.: Мысль.
- Тимирязев К.А. 1949. Витализм и наука // Избранные сочинения в 4 тт. Т. 3. М.: ОГИЗ-Сельхозгиз. С. 601-624.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. 1969. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука.
- Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. 1965. Фейнмановские лекции по физике. Т. 2. (Пространство. Время. Движение). М.: Мир, С. 24.
- Флейшман Б.С., Брусиловский П.М., Розенберг Г.С. 1982. О методах математического моделирования сложных систем // Системные исследования. Методологические проблемы. М.: Наука. С. 65-79.
- Фролов И.Т. (ред.). 1980. Философский словарь. М.: Политиздат. 444 с.
- Хигаси К., Баба Х., Рембаум А. 1967. Квантовая органическая химия. М.: Мир.
- Хомяков Д.М., Хомяков П.М. 1996. Основы системного анализа. М.: Изд-во мех.-мат. ф-та МГУ им.М.В. Ломоносова. 108 С.
- Чайковский Ю.В., Блюхер Ф.Н. 2010. Эмерджентная эволюция // Новая философская энциклопедия. М.: Мысль.
- Чертов О.Г., Комаров А.С., Надпорожская М.А. 2007. Модели динамики органического вещества лесных почв // Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах / Под ред. В.Н. Кудеярова. М.: Наука. С. 19-33.
- Dorofeev A.G., Glagolev M.V., Bondarenko T.F., Panikov N.S. 1992. Observation and explanation of the unusual growth kinetics of *Arthrobacter globiformis* // Microbiology. V. 61. Issue 1. P. 24-31.
- Panikov N.S., Blagodatsky S.A., Blagodatskaya J.V., Glagolev M.V. 1992. Determination of microbial mineralization activity in soil by modified Wright and Hobbie method // Biology and Fertility of Soils, V. 14. Issue 4. 280-287. DOI: 10.1007/BF00395464
- Popper K.R. 1974. Scientific Reduction and the Essential Incompleteness of science // Studies in the Philosophy of Science / F.L. Ayala, T. Dobzhansky (eds.). Berkeley, CA: University of California Press. P. 258-284.
- Rosenberg A. 2006. Darwinian Reductionism: or, How to Stop Worrying and Love Molecular Biology. Chicago: University of Chicago Press.
- Sarcar S. 1998. Genetics and Reductionism. Cambridge: Cambridge University Press.
- Scerri E.R. 1999. The Quatum Mechanical Explanation of the Periodic System (Author Reply) // Journal of Chemical Education. V. 76. No. 9. P. 1189.
- Scerri E.R. 2007. The Ambiguity of Reduction // Hyle – International Journal for Philosophy of Chemistry. V. 13. No. 2. P. 67-81.
- Suppes P. 1984. Probabilistic Metaphysics. Oxford, New York: Blackwell Pub.
- Suppes P. 2001. Representation and Invariance of Scientific Structures. Chicago: University of Chicago Press.
- Van der Linden A.M.A., Van Veen J.A., Frissel M.J. 1987. Modeling soil organic matter levels after long-term applications of crop residues, and farmyard and green manures // Plant and Soil. V. 101. P. 21-28.
- Waters C.K. 1994. Genes Made Molecular // Philosophy of Science. V. 61. No. 2. P. 163-185.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Краткая характеристика некоторых лженаучных холистических учений

Витализм

Витализм (лат. *vitalis* – жизненный) – идеалистическое учение в биологии, объясняющее все процессы жизнедеятельности действием особых нематериальных факторов, якобы заключенных в живых организмах (энтелехия, «созидающая сила», порыв к форме и т.д.). Витализм как концепция сложился в 17-18 вв. Представителем витализма являлся, например, Г. Шталь. Ссылаясь на качественное своеобразие живой природы и абсолютизируя его, витализм отрывает процессы жизнедеятельности от материальных физико-химических и биохимических закономерностей. Витализм паразитирует на мало разработанных проблемах биологии (как образно выразился

К.А. Тимирязев [1949, с. 614]: «...явлением пертурбаций Урана астрономы воспользовались для открытия Нептуна. Виталисты не преминули бы воспользоваться ими для того, чтоб усомниться в законах Ньютона»). Основными объектами виталистических извращений являются проблемы происхождения и сущности жизни, целостности, целесообразности структуры и функций, эмбриогенеза, регенераций и т.д. [Фролов, 1980, с. 52]. Витализм отстаивал независимость жизненной силы и целым веком исследований доведен был до сознания бесплодности своих притязаний [Тимирязев, 1949, с. 608], поскольку каждое очередное научное открытие показывало, что подобные учения являются продуктом метафизических фантазий, весьма далеких от научных идей [Канке, 2011, с. 313]. История развития науки представляет собой историю опровержения витализма [Фролов, 1980, с. 52].

Неовитализм

Под названием «неовитализма» появилась новая попытка возрождения идеализма в биологии с наступлением эпохи империализма [Розенталь и Юдин, 1955, с. 65]. Неовитализм – это только *витализм, не помнящий родства*; он надеется спасти свое будущее только отречением от своего прошлого. Он говорит: не станем считать ваших прошлых побед и наших поражений (жизненная сила за 100 лет отказалась от $\frac{2}{3}$ той области, на которую предъявляла прежде права); скинем все это со счетов и начнем считаться с сегодняшнего дня; поговорим о наших будущих победах и ваших будущих поражениях. Первый застрельщик нового витализма – Бунге. В России его представителем являлся проф. И.П. Бородин [Тимирязев, 1949, с. 614], а на западе – Я. Икскуль, Г. Дриш и др. Неовитализм стремится отстоять свои реакционные идеалистические позиции «решением» проблемы единства, целостности организма. Эту проблему неовиталисты усматривают в особой мистической жизненной силе, которую они обозначают терминами вроде «биологического поля» [Розенталь и Юдин, 1955, с. 65]. Зачем будем мы искать физических объяснений для фактов растительной жизни, – говорит С.И. Коржинский, – когда стоит допустить, что растение – протоплазма – *хочет, помнит*, – все объяснения в этом заранее даны [Тимирязев, 1949, с. 608].

Органицизм

Органицизм – философско-методологическая и общенаучная концепция, кладущая в основу объяснения широкого круга природных явлений понятия организации и организма. Термин «органицизм» ввел в 1918 г. английский биолог Дж.С. Холдейн. Однако концепции, лежащие в русле органицистских идей, выдвигались задолго до этого. В несколько более широком плане идеи органицизма в 1920-30-х гг. были конкретизированы Дж. Вуджером, давшим им формально-логическую интерпретацию. Органицистский принцип был развит Бергаланфи в предложенной им общей теории систем. Вместе с тем органицизм испытал сильное влияние гештальтпсихологии, «органической философии» А. Уайтхеда, эмерджентной эволюции С. Александера и К.Л. Моргана, а также холизма Я. Смэтса и А. Мейер-Абиха. Выступая против редукционизма и механистического подхода к феноменам биологической и социальной организованности, сторонники органицизма разрабатывали концепцию уровней организации и анализировали взаимоотношение части и целого (в особенности – обоснование примата целого перед частями и иерархии частей в органической целостности). Вместе с тем для органицизма характерно преувеличение роли фактора организованности и целостности в структуре объективной реальности. В последние десятилетия концепции, развивавшие идеи органицизма, практически прекратили существование [Старостин, 2010].

Эмерджентный эволюционизм

Эмерджентная эволюция (от лат. *emergere* – возникать) – учение об эволюции живого как сумме двух процессов:

- 1) преобразования прежних свойств и
- 2) редких актов возникновения чего-то принципиально нового – «эмерджентов».

Понятие эмерджента ввел английский философ Дж.Г. Луэс (1875). Эмерджентный эволюционизм как натурфилософское учение разработан в 1920-х гг. Французский эколог А. Вандель (1968) видел эмерджент как переход на новый уровень организации. Австрийско-американский философ Э. Янч (1979) истолковал эмерджент как диссипативную структуру термодинамики, чем придал учению конкретный смысл. Абстрактный биологический механизм эмерджентной эволюции описал английский биохимик и натурфилософ Р. Шелдрейк (1981) на основе своего «принципа формативной причинности»: появление новой материальной формы в природе аналогично появлению новой мысли в мозгу. Философской базой эмерджентного эволюционизма служит логическая невыводимость (новых форм из прежних) в смысле К. Гёделя. Главные представители –

К.Л. Морган, С. Александер, А.Ф.Н. Уайтхед, П. Тейяр де Шарден. Согласно этой концепции, эволюция происходит скачкообразно, в результате качественных изменений при переходе на новый уровень бытия. Конкретизируя характер и особенности изменений, сторонники учения эмерджентной эволюции различают их по результатам и выделяют соответственно два типа изменений: первый – те изменения, результаты которых можно предусмотреть априорно, не прибегая к услугам непосредственного опыта, используя математические вычисления на базе исходных элементов. Этот тип изменений называется «результантом». Ко второму типу относятся изменения, не зависящие от исходных элементов, результаты которых невозможно предсказать и которые возможно познать только в непосредственном опыте. Они получили название «эмерджентов». В соответствии с градацией «эмерджентов», возникающий уровень существования представляет собой условие, «тело» для новой «души» следующего, высшего уровня, который содержит низший в себе, но не порождается им. Называют разное количество этих уровней, от трех (материя, жизнь, психика) до нескольких десятков. Переход от низшего уровня к высшему происходит в результате действия некой движущей силы. У Александера – это непознаваемое стремление к божественному, «низус» (лат. *nisus* – устремление, порыв), у Уайтхеда – «творческая способность» как «универсальный метафизический принцип перехода от расчлененности к соединению, творящему новую сущность», также не подлежащий объяснению [Чайковский и Блюхер, 2010]. Таким образом мы видим, что эмерджентизм крайне неоднороден (от непознаваемого стремления к божественному Александера – до термодинамики диссипативных структур Э. Янча) и, казалось бы, не полностью ненаучен. Но дело в том, что там, где он научен (например, при использовании теории диссипативных структур) он перестает быть... эмерджентизмом! Действительно, Э. Янч, фактически, ставит знак равенства между эмерджентом и диссипативной структурой. Но диссипативная структура может возникнуть, например, в уравнениях типа «диффузия + нелинейная кинетика», в которых *складываются* члены, описывающие скорость химических реакций порядка выше 1-го, с членом, задающим скорость диффузии (при этом само по себе уравнение диффузии – без кинетических членов – никаких диссипативных структур не порождает; и сами по себе кинетические уравнения – без диффузионных членов – также могут не порождать их). Не имея возможности углубляться здесь в эту тему, отошлем заинтересованного читателя к богатой литературе по теории диссипативных структур (см., например, [Гленсдорф и Пригожин, 1973; Романовский и др., 1975; Волькенштейн, 1978]).

Холизм

Холизм («философия целостности») – разновидность идеалистической философии «эмерджентной эволюции», основанная фельдмаршалом Смэтсом (1870-1950). Холизм представляет собой реакционную идеалистическую систему, основанную на мистической фальсификации принципа единства и взаимосвязи. Подчеркивая первичность «целого» по отношению к «части» и несводимость целого к его составным частям, холизм вкладывает в понятие «целостности» мистическое, идеалистическое содержание; вселенная рассматривается им как иерархия мистических «целостностей» [Розенталь и Юдин, 1955, с. 403]. Интересно, что в постулировании загадочной природы целого в значительной степени совпадали мнения идеалистов и материалистов. Но идеалисты считали признаки целого чем-то сверхъестественным. А материалисты, в частности марксисты, считали их вполне естественным феноменом, но не были в состоянии объяснить их происхождение [Канке, 2011, с. 318].

Диалектический материализм

И.В. Сталин определял диалектический материализм (далее ДиаМат) как мировоззрение марксистской партии [Розенталь и Юдин, 1955, с. 343]. Вероятно, В.И. Ленин предполагал, что ДиаМат создал И. Дицген (который, работая в Петербурге на кожевенном заводе, весь свой досуг отдавал трудам в области философии, политэкономии и социализма), поскольку в «Материализме и эмпириокритицизме» Ленин писал: «...что есть великого в Иосифе Дицгене (в этом рабочем-философе, открывшем... диалектический материализм, много великого!)...». С этим почти соглашался Энгельс, заявив в одном из своих писем: «...не одни мы открыли материалистическую диалектику...; немецкий рабочий Иосиф Дицген... открыл ее независимо от нас и даже независимо от Гегеля» [Розенталь и Юдин, 1955, с. 122-123]. Однако впоследствии советские философы (в частности, М. Розенталь и П. Юдин [1955, с. 114]) заявляли, что ДиаМат был создан Марксом и Энгельсом, а развит дальше Лениным и Сталиным (при этом Ленин развил его, по-видимому, каким-то совершенно уникальным способом, ибо при этом, как учат нас Розенталь и Юдин [1955, с. 260]: «Ленин не отменял и не “прибавлял” каких-либо новых принципов»). Маркс и Энгельс опирались на

все ценные приобретения человеческой мысли. Все лучшее, созданное в прошлом, было критически пересмотрено ими. Маркс и Энгельс считали свой ДиаМат продуктом развития наук за предыдущий период [Розенталь и Юдин, 1955, с. 115].

К. Маркс получил докторский диплом философского факультета Йенского университета (защитив диссертацию «Различие между натурфилософией Демокрита и натурфилософией Эпикура»). Ф. Энгельс пытался учиться в гимназии в Эльберфельде, но ему пришлось оставить ее, после чего он лишь слушал лекции по философии в Берлинском университете во время службы в пехотно-артиллерийском полку. В.И. Ленин при Петербургском университете сдал экзамен экстерном за юридический факультет. И.В. Сталин поступил в духовную семинарию в Тифлисе, но был исключен из нее [Розенталь и Юдин, 1955, с. 229, 253, 458-459, 555]. Очевидно, что ДиаМат, созданный рабочим-кожевником, недоучившимся гимназистом (пехотным артиллеристом) и философом – специалистом по Демокриту и Эпикуру, а развивавшийся в дальнейшем юристом и семинаристом-недоучкой, действительно отражал не более чем обыденное приземленное мировоззрение марксистской партии, состоявшей преимущественно из рабочих. В результате это учение, конечно, попадало впросак всякий раз, когда отходило от «переработанного» ими фундамента предшествующей философии (диалектики великого Георга Вильгельма Фридриха Гегеля и материализма крупнейшего Людвига Фейербаха [Розенталь и Юдин, 1955, с. 80, 115, 501]) и рисковало высказываться по насущным проблемам современных естественных наук, пытаясь оправдать самозванно присвоенные себе титулы («марксистский диалектический метод и философский материализм есть *незаменимое орудие познания*», «*единственно научный метод познания*», позволяющий правильно подходить к явлениям и процессам природы... видеть... законы, которые управляют их развитием» [Розенталь и Юдин, 1955, с. 343, 115]).

В качестве примера приведем лишь несколько²⁸ лженаучных положений ДиаМата. Например, во-первых: «Лжебиология Менделя, Вейсмана, Моргана является одной из разновидностей витализма» [Розенталь и Юдин, 1955, с. 65]. Полная нелепость! Ведь «лжебиология Менделя, Вейсмана, Моргана» – это, практически, синоним генетики, которая, как раз, объясняет наследственность живых организмов именно за счет материальных факторов и потому витализмом являться не может.

Во-вторых, «Энгельс указывал, что исторически клетка возникла из простого белкового комочка путем обособления в нем ядра» [Розенталь и Юдин, 1955, с. 199]. Нелепость еще большая! Причем, можно сказать, нелепость двойная!! Прежде всего заметим, что в клетках прокариотов ядра нет (к прокариотам относятся бактерии и сине-зеленые водоросли) [Полянский и др., 1983, с. 137]. Но ведь именно прокариоты, несомненно, относятся к древнейшим представителям жизни на Земле, что подтверждается прямыми палеонтологическими данными [Тимофеев-Ресовский и др., 1969, с. 31]. Что же получается? Согласно ДиаМату «исторически клетка возникла из простого белкового комочка путем обособления в нем ядра», а потом... Куда же ядро потом делось (и так быстро!), если у древнейших представителей жизни его уже нет? Впрочем, это не главное. А главное то, что с точки зрения здравой логики, как ни обособляй белок от белка, будет всего лишь другая часть того же белка.

Но в клеточном ядре находятся хромосомы, содержащие дезоксирибонуклеиновую кислоту. «Строительными блоками» нуклеиновых кислот являются мононуклеотиды. А структурными блоками белков служат аминокислоты [Гюнтер и др., 1982, с. 52, 59, 88]. Таким образом, совершенно очевидно, что обособлением белка от белка нуклеиновую кислоту не получишь!!!

Наконец, в-третьих, «Только мичуринское учение впервые... последовательно применило диалектический материализм к изучению объективных законов развития живой природы», в результате чего был открыт «...важнейший закон биологии о возможности и необходимости

²⁸ Конечно, мы могли бы привести еще множество ошибок ДиаМата, однако в этом нет нужды, ибо его скоропостижная гибель была предопределена не столько этими многочисленными ошибками при неумелых попытках анализа конкретных естественнонаучных проблем, сколько более глубинными, так сказать, организационными причинами. М. Розенталь и П. Юдин [1955, с. 115] указывают, что после Маркса и Энгельса, В.И. Ленин, И.В. Сталин и другие ученики Ленина были единственными марксистами, которые двигали вперед ДиаМат. Отсюда очевидно, что, практически с середины XX-го в., его либо вообще никто не двигал, либо «мировоззрение марксистской партии» двигали немарксисты. В первом случае его можно сравнить с одиноким вагоном, забытым на захолустном полустанке, в то время как паровоз естественных наук с огромной скоростью унесся в будущее. А во втором случае очевидно, что немарксисты, «развивая», будут вольно или невольно размывать положения противостоящего им учения, т.е. не столько развивать, сколько перестраивать его. И если продолжить приведенную выше аналогию с вагоном, то это не просто вагон, брошенный на полустанке, а вагон, который по досочке, по колесу, по винтику растащили на собственные нужды окружающие дачники, никогда не работавшие вагоновожатыми.

наследования приобретенных признаков...» [Розенталь и Юдин, 1955, с. 223-224]. Естественно, наследование приобретенных признаков не подтвердилось исследованиями ученых [Полянский и др., 1985, с. 11].

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Еще немного о ферментах

Ферменты (или энзимы)²⁹ – биокатализаторы, задачей которых является ускорение реакции метаболизма (катализаторы³⁰ – это вещества, добавление которых к реакционной смеси повышает скорость реакции, причем катализаторы выходят из реакции неизменными и не влияют на положение реакционного равновесия). Вообще биокатализаторами могут быть белки и несколько каталитически активных рибонуклеиновых кислот³¹ (рибозимов). Ферменты подчиняются тем же самым закономерностям, что и химические катализаторы: энзимы понижают энергию активации (E_A) катализируемой реакции, не изменяя равновесия реакции (и при этом – свободной энтальпии реакции) [Зитте и др., 2008, с. 41]. Подчеркнем, что, во-первых, не все белки – ферменты (хотя число видов неферментных белков в клетке сравнительно очень невелико – их в 10-100 раз меньше³², чем видов различных ферментных белков) [Варнер, 1968, с. 15]; и, во-вторых, ферменты – не единственные катализаторы в природе. Например, та же упомянутая выше платина является катализатором многих реакций, в том числе и тех, которые катализируются ферментами.

Рассмотрим для примера реакцию диспропорционирования перекиси водорода: $H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$. Свободная энтальпия активации $\Delta G^+ = 75$ кДж/моль; это значение может быть достигнуто за счет нагревания раствора H_2O_2 . В присутствии мелкоизмельченной платины ΔG^+ составляет 49 кДж/моль. Платина выступает в роли катализатора, и реакция протекает с измеримой скоростью уже при комнатной температуре³³. Фермент каталаза осуществляет диспропорционирование с $\Delta G^+ = 23$ кДж/моль. В присутствии каталазы H_2O_2 при комнатной температуре стремительно разлагается на H_2O и O_2 [Зитте и др., 2008, с. 42]. Но, может быть, белок (фермент) в отличие от других катализаторов может катализировать сразу все реакции обмена веществ? Напротив!

Ферменты обладают субстратной специфичностью и специфичностью действия. Конечно, степень субстратной специфичности различается для отдельных ферментов [Зитте и др., 2008, с. 42], но в некоторых случаях специфичность по отношению к субстрату практически абсолютна. В других случаях ферменты проявляют специфичность к определенному *классу* соединений [Мецлер, 1980, с. 40-41]. По специфичности действия выделяют оксидоредуктазы (катализируют реакции окисления-восстановления), трансферазы (катализируют перенос функциональных групп), гидролазы (катализируют гидролитические реакции), лиазы (разрушают С-С, С-О, С-N и другие связи), изомеразы (катализируют изомеризацию), лигазы (катализируют ковалентное соединение между двумя молекулами с одновременным расщеплением АТФ [Зитте и др., 2008, с. 43].

²⁹ Соответственно, от лат. fermentum и греч. зуме (дрожжевое тесто) [Зитте и др., 2008, с. 41].

³⁰ От греч. kata – вниз, lysis – разложение [Зитте и др., 2008, с. 41].

³¹ Заметьте, что ДиаМат говорил *только* о белках – якобы обмен веществ присущ лишь им!

³² С другой стороны, на неферментные белки иногда может приходиться значительная часть общего белка. Например, на долю двух запасных глобулинов в клетках семян гороха приходится более 80% общего количества белка; другие примеры подобного рода – глиадин пшеницы и гордеин ячменя [Варнер, 1968, с. 16].

³³ Заметим, кстати, что в то время, как у ряда ферментов каталитически активен белок как таковой, другим требуются дополнительные вещества (кофакторы). Ими могут быть ионы металлов (к примеру, Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , K^+), которые могут требоваться для закрепления субстрата на молекуле фермента или же могут участвовать в самой реакции в качестве каталитической группы [Зитте и др., 2008, с. 44]. В частности, было показано, что с каждой молекулой уреазы, катализирующей гидролитическое расщепление мочевины с образованием двух молекул аммиака, связаны два атома никеля [Мецлер, 1980, с. 41].

THE APOLOGY OF REDUCTIONISM (REDUCTIONISM AS IDEOLOGICAL BASIS OF MATHEMATICAL MODELING)

Glagolev M.V., Fastovets I.A

The following work is a delivered by one of the authors “Mathematical modeling of biological processes” lection course adapted to the format of a journal article. It criticizes holistic conceptions of some of pseudoscientific philosophic thoughts (e.g. vitalism, dialectical materialism, neovitalism, organicism, holism, emergintism) and points out the significance of reductionism as the philosophic basis for modern Natural science thoughts on the whole and biological processes mathematical modeling in particular. However, it is emphasized that holistic conceptions should not be considered to be totally pseudoscientific. As a rule, they correspond to either the empirical level of scientific cognition, or the next cognition level “phenomenological theories” (i.e. theoretical) stage, when empirical factual material accumulation, systematization and generalization take place. Moving to the higher stage (The stage of explanatory theories), holistic thoughts naturally disappear and give way to reductionism.

In the article scientific thoughts evolution stages, from holism to reductionism, are consistently examined and analyzed. The existence of motion of matter forms accentuated by Engels is thoroughly questioned. Higher to lower motion of matter forms irreducibility is proved ambiguous, in this way, failure of dialectical materialism theory is proved. By using Korzukhin theorem and enzyme kinetics as the examples, apparent biological to chemical processes reducibility is showed. At the same time, in contrast, some arguments in favor of holistic views as a necessary stage in the development of scientific thoughts are offered. And, of course, it was hardly possible to avoid science development in Russia issue, where during a long period of time under oppression of the Soviet regime pseudoscientific thoughts had been cruelly enforced. Perhaps some of these thoughts remain in the minds of the younger generation even nowadays?

Key words: mathematical modeling, holism, emergentism.

Поступила в редакцию: 14.09.2012
Переработанный вариант: 02.12.2012