

ОПЫТ КОМПИЛЯТИВНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ПРИКЛАДНОЙ ТЕОРИИ ПОЗНАНИЯ (С ПРИМЕРАМИ ИЗ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И МИКОЛОГИИ)

Глаголев М.В., Филиппова Н.В.

m_glagolev@mail.ru

...наш знаменитый лозунг «Твори, выдумывай пробы» уже содержит в себе разрешение на бесполовую суету в творчестве. Если мы так разрешим работать строителю или, скажем, токарю, то вряд ли будем довольны его трудом.

Г.И. Иванов «...И начинайте изобретать»

Но читатель ушел и дошел, он чувствует, что выход наверняка есть, иначе автор не разводил бы тут всей этой бодяги.

А.П. Никонов «Верхом на бомбе. Судьба планеты Земля и ее обитателей»

Ученик: Уважаемый учитель! Я стою на пороге самостоятельного исследования. И как у всякого начала, сомневаюсь в своих способностях и правильно выбранном направлении. Я думаю о том, как верно организовать свои изыскания, правильно направить мысль и перейти к изучению интересующего меня вопроса. Мне кажется, что умудренный опытом Учитель должен иметь на этот счет разработанную им систему. Ведь он уже много раз проходил этим путем, где-то шел медленно и осторожно, какая-то часть маршрута ему давалась легче. Все это он отмечал и создавал свою схему, по которой двигался в следующий раз. Иначе говоря, в ходе его научного творчества у него наверняка образовался алгоритм, который полезно было бы передать молодым исследователям.

Учитель: Совершенно верно, глубокоуважаемый ученик! Четверть века тому назад мне довелось познакомиться с Теорией Решения Изобретательских Задач (см., например, [Иванов, 1987; Злотин и Зусман, 1988]), поразившей меня тем, что очевидно творческий процесс (процесс изобретения новых технических устройств) возможно направлять и оптимизировать при помощи, казалось бы, совершенно «механического» алгоритма. Но нельзя ли предложить аналогичный алгоритм для оптимизации еще более творческой работы – научной? Однако мне представляется более верным попытаться сделать это не на основе одного своего опыта, а на базе истории и философии науки, проследив историю становления отдельных научных направлений и изучив общие законы развития науки.

В истории философии проблематика теории познания всегда играла существенную роль и иногда даже занимала центральное место. Для ряда направлений философии (кантианство, махизм) характерно сведение философии к **теории познания** [Фролов, 1980: с. 368-369]. Очевидно, что поставленный нами вопрос (о возможности алгоритмизации процесса познания) относится именно к теории познания, но, буде такая алгоритмическая система создана, она представит собой лишь малую часть этой общей теории. Учитывая сугубо прикладной характер искомой системы, мы назовем ее **прикладной теорией познания**. Считая, что за столетия (развития философии вообще и гносеологии в частности) в этой области сделано уже немало, мы для построения такой теории изберем в качестве основного простейший компилятивный метод. Тем не менее, мы будем обращаться и к анализу исторического развития естественных наук (хотя мы все равно уверены, что ранее эти положения уже были выведены другими авторами, как известно, «нет новых открытий, есть незнание литературы»). Чтобы проверить работоспособность созданной системы, мы применим ее к конкретным сферам науки – к проблеме «Почвы как источники и стоки парниковых газов», и к вашей теме - «Микоценоз как часть экосистемы болот».

Идея возможности алгоритмизации научного творчества отнюдь не нова. Конечно, в рамках нашей небольшой работы мы не сможем осветить историю вопроса подробно, но считаем необходимым вспомнить хотя бы несколько имен. Мы не будем утверждать, что остановимся на наиболее значительных вехах, скорее, наша цель - просто показать на отдельных примерах, что поставленный нами очередной раз вопрос, на самом деле интересует философов уже много столетий.

Средневековый философ-мистик, богослов и миссионер Раймунд Луллий (1235-1315) разрешал научные задачи при помощи «машины истины». Ее действие заключалось в механическом вращении концентрических кругов относительно друг друга. На каждом из кругов было написано по 9 общих понятий (например, «небо», «Бог», «человек», «добродетель», «истина» и т.д.), обнимающих, по мнению Луллия, всю область знания. При вращении кругов получались различные комбинации этих понятий, которые Луллий рассматривал в качестве новых истин. В попытке Луллия создать логическую машину имеется рациональная идея формализации логических операций, оказавшая впоследствии влияние на Лейбница и в известной мере на развитие математической логики вообще [Фролов, 1980: с. 191].

Большое внимание вопросам теории познания, методологии, логики и общей теории науки в продолжение всей своей жизни, начиная с юных лет, уделял Готфрид Вильгельм Лейбниц. Он любил вспоминать о том, что еще в детстве самостоятельно пришел к мысли о необходимости установить в человеческом познании строгий порядок. В двадцать лет Лейбниц выпустил в свет диссертацию «О комбинаторном искусстве», в

которой выдвигалась идея новой логики, способной стать универсальной теорией научного мышления и общей теорией открытия [Майоров, 1984: с. 3]. Впоследствии Лейбниц опубликовал множество трудов, посвященных тому же вопросу – созданию «общей теории открытия». Среди них назовем «Об искусстве открытия», «Некоторые соображения о развитии наук и искусстве открытия». К огромному сожалению, некоторые (причем весьма важные) работы в данной области ему не удалось завершить, и до нас дошли только планы этих сочинений, например, «Вильгельма Паидия Сокровенное...», «Начала и образцы всеобщей науки»¹, «Начала и образцы новой всеобщей науки» (см. [Лейбниц, 1984: с. 395-400, 435-445, 461-479]).

Наконец, в наше время радикальный конструктивизм утверждает – так же как ранее Кант в своей *Критике* – что те операции, при помощи которых мы выстраиваем наш опытный мир, могут быть в значительной степени определены, и что, в свою очередь, знание этих операций может помочь в более эффективном осуществлении этого конструирования [von Glasersfeld, 1998]. Для конструктивиста любые учения и точки зрения – всегда конструкции и интерпретации конкретного субъекта [von Glasersfeld, 1998]. Таким образом, в терминах конструктивизма рассматриваемый нами вопрос сводится к следующему: каковы формальные методы (алгоритмы) построения этих конструкций, позволяющие, отталкиваясь от имеющихся конструкций, получить конструкции новые (новые для данной конкретной области знания).

Ученик: Теперь мне стало понятно, что и многие философы пришли к тому, что научное исследование (познание) строится по определенным законам. Каждый конкретный человек может не обращать на них внимание, но тогда он волен наломать дров, топтаться на одном месте и допускать всякие ошибки на свой страх и риск. Конечно, со временем он приобретет некоторый опыт. Но все-таки опыт всего человечества он приобрести не успеет. И об этом говорят философы, возвышающиеся над массой отдельных людей, исследований и наук. Но давайте скорее перейдем к собственно законам и правилам, которым мы должны следовать!

Учитель: Очень ясные, очевидные правила заключаются в диалектике Гегеля, а по образному его выражению «это движущая душа всякого научного развертывания мысли и представляет собой единственный принцип, который вносит в содержание науки имманентную связь и необходимость» [Фролов, 1980: с. 94, 368]. *Диалектика есть наука об общих законах* движения как внешнего мира так и *человеческого мышления*. «Всему познанию человека вообще свойственна диалектика... Диалектика и *есть* теория познания (Гегеля и) марксизма» [Ленин, 1965: с. 321]. Согласно В.И. Ленину, диалектика

¹ «Под всеобщей наукой я понимаю то, что научает способу открытия...» [Лейбниц, 1984: с. 439].

специфически проявляется, в частности, в познавательной деятельности людей и может быть использована как ориентир этой деятельности [Богданов и Нарский, 1987]. Конкретное использование диалектики для целей «алгоритмизации» научной деятельности возможно через законы диалектики (пока мы рассмотрим лишь два из них, а к третьему – закону перехода количественных изменений в качественные – обратимся ниже) и следующую из них «триаду Гегеля»:

1. Закон единства и борьбы противоположностей (выражающий суть, «ядро» материалистической диалектики) – это всеобщий закон действительности и ее познания человеческим мышлением. Самая краткая его формулировка, вероятно, такова: *процесс развития осуществляется через столкновение противоположностей* [Фролов, 1980: с. 109-110].

2. Согласно закону отрицания отрицания развитие осуществляется циклами, каждый из которых состоит из трех стадий: исходное состояние объекта, его превращение в свою противоположность (отрицание), **превращение этой противоположности в свою противоположность** (отрицание отрицания). Форма процесса развития имеет вид спирали: каждый цикл выступает как виток в развитии, а сама спираль как цепь циклов. Действие закона полностью обнаруживается лишь в целостном, относительно завершенном процессе; на каждой отдельной стадии закон выступает обычно как тенденция [Прохоров, 1983: с. 947]. *Зная данные законы можно предсказывать тенденции развития некоторой научной идеи.* Понятно, что можно не дожидаться когда предсказанная тенденция реализуется (в результате проведения конкретных исследований специалистами данной научной дисциплины), а ускорить развитие тенденции посредством сознательного применения вышеназванных законов.

На основе этих законов Гегель предложил искусственный, формальный прием построения системы – схему трехступенчатого развития понятий (триаду). *Всякий процесс развития, согласно Гегелю, проходит три ступени: тезис, антитезис и синтез.* Каждая следующая ступень отрицает предыдущую, превращаясь в ее противоположность, а синтез не только отвергает антитезис, но и соединяет в себе по-новому некоторые черты обеих предыдущих ступеней развития. Синтез, в свою очередь, является началом новой триады и т.д. В триаде отражается одна из особенностей развития, когда на основе проделанного пути вновь достигается исходный пункт, но на более высокой ступени [Фролов, 1980: с. 375]. Таким образом, имея на данном этапе развития какого-либо молодого научного направления лишь «тезис», мы можем не ждать многие годы, когда наконец из конкретных исследований специалистов этого направления родится «антитезис», а, зная, что в соответствии со всеобщими законами развития (в том числе – развития науки) антитезис неизбежно родится, мы можем (несколько искусственно) сформулировать его уже сейчас; сформулировать как противоположность

тезису, после чего искать (проводя экспериментальные исследования, измерения), так сказать, не только в направлении «тезиса», но и в этом новом направлении – в направлении «антитезиса».

А теперь приведем **некоторые примеры из истории почвоведения**. История почвоведения (как и любой другой науки) дает множество примеров выполнения вышеперечисленных всеобщих законов. Из-за небольшого объема нашей работы мы ограничимся всего-лишь несколькими примерами, на самом же деле их можно было бы привести сотни.

В.В. Докучаев первоначально считал, что гумус в черноземах образуется благодаря надземной части растений и последующему просачиванию вглубь почвы («тезис»). П.А. Костычев доказывал, что основным источником образования гумуса служат корни, а не надземная часть растений, при этом «просачивание» отрицалось («антитезис») [Иванов, 2003: с. 98]. Современные почвоведы (см., например, [Смагин с соавт., 2001]) показывают, что наилучшим образом гумусовый профиль почвы описывается математической моделью, учитывающей не только образование и разложение органики в корнеобитаемом слое почвы, но и перемещение (хотя и не очень значительное) органического вещества по почвенному профилю, начиная с самой поверхности, где сосредоточен опад («синтез»). Интересно отметить, что не только научные, но и иные дискуссии сооснователей почвоведения – В.В. Докучаева с П.А. Костычевым, укладывались в схему «тезис-антитезис-синтез»; причем, это относится даже к спорам, так сказать, организационно-административным².

Конечно, не одни лишь дискуссии В.В. Докучаева с П.А. Костычевым, но, как и следует ожидать, практически все развитие почвоведения дает нам примеры гегелевской триады. Приведем еще один.

Крупные геоботаники, непосредственные ученики В.В. Докучаева Г.И. Танфильев, А.Н. Краснов, в известной степени Г.Н. Высоцкий и А.Я. Гордягин обращали главное внимание на зависимость распространения растений, их сообществ (формаций) от почвенных и климатических условий (содержание легкорастворимых солей, извести, испаряемость, количество атмосферных осадков, глубина грунтовых вод и т.д.) – «тезис». Одновременно в геоботанике возникли взгляды, зеркально

² В частности, В.В. Докучаев ратовал за организацию кафедр почвоведения, почвенных музеев и государственного почвенного института («тезис»). П.А. Костычев выступал против всего этого, но за изучение почв на опытных станциях [Иванов, 2003: с. 98] («антитезис»). В данном случае «синтез» произошел самым примитивно-механистическим способом – мы видим, что в настоящее время реализовано все то, за что выступал В.В. Докучаев (т.е. существуют и кафедры почвоведения в высших учебных заведениях, и почвенный музей, и государственный Почвенный институт им. В.В. Докучаева), а также реализовано и то, за что ратовал П.А. Костычев (т.е. почвы изучаются и на многочисленных опытных станциях)!

обратные отмеченным – о решающем воздействии на почвы саморазвивающихся растительных ассоциаций («антитезис»). Они были высказаны Сергеем Ивановичем Коржинским (1861-1900), одной из ярчайших фигур русской ботаники. Изучать почвы Коржинский начал в 1884 г., имея в виду, как писал он сам в 1888 г. "согласовать результаты исследований Докучаева с ботанико-географическими данными, выяснить характер переходно-черноземных почв и их зависимости от тех или других растительных формаций". По мнению Коржинского, необходимо изучать не зависимость растительности от почв, а зависимость родов почв от ботанических формаций. Он считал, что "распределение лесных и степных формаций не зависит непосредственно ни от климата, ни от топографических условий местности, ни от природы и свойств субстрата, но только от условий и хода взаимной борьбы (растительных формаций) за существование". В ходе дискуссии положение Докучаева о воздействии вековых самоизменений почв на растительность (например, заболачивание) было дополнено признанием изменений почв под воздействием саморазвития растительных сообществ («синтез»). В связи с этим возникла идея о смещении природных зон во времени (Коржинский, Пачосский). Вопрос о смещении почвенных зон на долгое время стал важной темой теоретической дискуссии и исследований. Ботаник казанской школы А.Я. Гордягин считал, что почвы являются "памятниками" бывших растительных сообществ [Иванов, 2003: с. 100, 106] (возможно, начало новой «триады», которую мы уже не успеем проследить из-за крайней ограниченности объема нашей работы).

Ученик: Да, именно. Это правило можно преложить и к развитию знаний о микоченозе верховых болот. Первоначально тезисом было отсутствие на болоте грибов, причиной чего считалось накопление неразложившихся остатков в форме торфа. Затем антитезис – присутствие огромного пула (больше, чем в черноземах) грибов в торфяниках, причем в олиготрофных – преобладание их над бактериальным пулом. Синтезом, видимо, будет что-то среднее. Но меня волнует вопрос: почему так происходит? Какие причины скрываются за этим правилом? Почему происходит такая кардинальная смена точек зрения на один вопрос, и только затем происходит их объединение? Вероятно, причина в способности человека (и огромном желании) смотреть на предмет с разных точек зрения. У животных, вероятно, такой способности нет, а есть четкие понятия о предназначении определенных предметов. Если же вдруг происходит сбой и предмет используется как-то не так – это приводит либо к гибели, либо к процветанию вида. У человека степень свободы в разных точках зрения на предмет, видимо, очень высока. Но есть также и инерция, доставшаяся от животных предков. Потому, когда происходит переключение с одного угла зрения на другой, последний на время вытесняет первый. И только спустя какое-то время оказывается, что они могут иметь место одновременно. Таким образом эволюция как бы играет человеческим вниманием: посмотри туда, посмотри сюда... Не так ли?

Учитель: Быть может, и так. Однако ерейдём к следующему закону. **Закон перехода количественных изменений в качественные** – один из основных законов диалектики, объясняющий, как, каким образом происходит развитие. Этот всеобщий закон развития имеет место во всех процессах развития мышления; он констатирует, что ***накопление незаметных, постепенных количественных изменений в определенный момент с необходимостью приводит к существенным, коренным, качественным изменениям***, к скачкообразному переходу от старого качества к новому. Развитие науки в любой области знания (физике, химии, биологии и др.) подтверждает диалектическую теорию развития как процесса качественных изменений, происходящих в результате изменений количественных [Фролов, 1980: с. 278].

Практическое применение этого закона в повседневной научной деятельности настолько очевидно и тривиально, что подчас даже не замечается исследователями. При этом доходит до курьезов: так, например, известный популяризатор философии, профессиональный философ (кандидат философских наук) П.С. Таранов [1996: с. 24] сформулировал специальный закон «уровня информации», не заметив, что это и есть конкретная формулировка закон перехода количественных изменений в качественные в приложении к процессу научного творчества. Вот эта формулировка: «Если вы хотите добиться успеха в той сфере деятельности, которой занимаетесь и вам желается не только знать познанное, но и сделать... свой вклад открывателя, то для этого... достаточно настойчивой непрерывности вычерпывания (до истощения!) информации об изучаемом объекте – и ожидаемое появление творческого озарения наступит... непременно. ***Эскалация уровня информации***, не будучи сама по себе Творчеством, ***влечет Творчество с “железным” постоянством***».

Ученик: О! Это великолепный закон, обнадеживающий любого. Ведь поверив ему и приложив определенные усилия на эту самую «эскалацию уровня информации», исследователь может достигнуть своей мечты – открытия закона! Но меня волнует вопрос, чем отличаются количественные изменения от качественных и почему так радует исследователя переход от одних к другим и открытие закономерности?

Учитель: Количество и качество – это философские категории. Количество выражает внешнюю определенность объекта: его величину, число, объем, степень развития свойств и т.д. Качество же выражает существенную определенность объекта, благодаря которой он является именно этим, а не иным; качество – объективная и всеобщая характеристика объектов, обнаруживающаяся в совокупности их свойств. [Прохоров, 1983: с. 560, 600]. Однако, боюсь, сухая философия утомляет тебя. Поэтому обратимся к очевидному примеру. Думаю, ты согласен, что лед, вода и водяной пар – качественно отличаются друг от друга. Это разные агрегатные состояния вещества. Будем количественно характеризовать их температурой. Возьмем кусочек льда, охлажденный до -10°C . Начнем нагревать его. Идут количественные изменения –

температура становится -9°C , -8°C ... Но лед остается льдом – качественных изменений пока нет. Как вдруг... При 0°C лед превращается в воду! Внезапно качество объекта изменилось!!! Но при дальнейшем повышении температуры опять мы имеем (с качественной точки зрения) ту же самую воду. И опять лишь до определенного предела...

Однако вернемся к нашей системе. Следующее правило – **использование различных типов логики.**

По выражению В.И. Ленина [1965: с. 163], «логика есть учение о познании. Есть теория познания». Это утверждение кажется нам спорным, но оно становится понятнее в свете знаменитого высказывания [*Ленин*, 1965: с. 301] «...логика, диалектика и теория познания (не надо 3-х слов: это одно и то же)....». Если, все-таки, принять это ленинское утверждение, то перед нами открывается дополнительная возможность. Вообще говоря, даже не обязательно полностью³ принимать вышеуказанное утверждение. С нашей точки зрения логика³ – это не вся теория познания, но **один из методов познания**. Этого уже достаточно для развития научной системы. Действительно, практически всегда в научных построениях используется формальная логика Аристотеля. Однако есть и другие формы логики (диалектическая логика, логика Н. Кузанского, различные варианты буддийской логики и т.д.). Итак, заменяя в научной системе аристотелеву логику на иную, мы автоматически приходим к новой научной системе (которая может оказаться полезной, а может – и нет, таким образом здесь встает отдельная важная задача проверки научной системы, но этой задачей за неимением места мы заниматься не будем). Впрочем, мы не будем подробно останавливаться и на общем вопросе использования различных типов логики, поскольку именно этот вопрос не просто хорошо разработан в философии, но и очень строго формализован в рамках математической логики. Тем не менее, кратко упомянем так называемые многозначные логики, поскольку, по мнению такого известного специалиста, как проф. *В.К. Финн* [2008: с. 20], **логика естественно-научного мышления должна быть многозначной.**

Создателями этого нового направления исследований в логике явились американский математик Е. Пост, польский логик Я. Лукасевич, а также советский математический логик (и прекрасный специалист в области квантовой химии!) Д.А. Бочвар. Известные применения многозначных логик были даны в работах Ганса Рейхенбаха, относящихся еще к 30-40 гг. XX в.: трехзначная логика для квантовой механики и бесконечнозначная вероятностная логика. Позднее (в 80-90 гг. XX в.) многозначные логики оказались адекватным средством формализации

³ Мы принимаем известное определение логики, данное в [*Прохоров*, 1983: с. 720]: наука о способах доказательств и опровержений; совокупность научных теорий, в каждой из которых рассматриваются определенные способы доказательств и опровержений.

правдоподобных рассуждений и (что для нас особенно интересно!) в том числе методов автоматического порождения гипотез. Чешские математики П. Гаек и Т. Гавранек использовали трехзначную логику в созданном ими GUHA-методе автоматического порождения гипотез. Работы П. Гаека и Т. Гавранека явились стимулом для создания учениками Д.А. Бочвара и их последователями ДСМ-метода автоматического порождения гипотез в базах данных с неполной информацией. ДСМ-метод формализуется посредством бесконечнозначных ДСМ-логик с конечным множеством истинностных типов значений: таковыми являются «1» - «фактическая истина», «-1» - «фактическая ложь», «0» - «фактическое противоречие», « τ » - «неопределенность» (см., например, [Финн, 2008: с. 11, 13-15], а также приводимую там библиографию).

Кстати, возможность смены логической системы, по-видимому, позволяет по-новому взглянуть на известные утверждения из области сравнительной эпистемологии С. Тулмина (см., например, [<http://nature.philos.msu.ru/info/asp-lect/conspect/lec1.html>]). Тулмин с начала 50-х гг. выступил против абсолютизации неопозитивистского образца, считая, что исключительная ориентация на логические методы анализа языка науки уводит философию науки от реальных способов рассуждения ученых. Эпистемология должна исследовать не способы конструирования и преобразования искусственных формальных структур, в которых препарируются “живые”, то есть исторически развивающиеся и сменяющие друг друга научные теории, а ту “рациональность”, которая проявляется в процессах этого развития и позволяет видеть в них действие человеческого интеллекта. Рациональность рассуждения не сводится к его логичности. Рациональность есть нечто большее, нежели соблюдение логических законов и правил. По нашему мнению, это утверждение следует понимать более узко – рациональность не сводится к *формальной логичности* рассуждения. Обращение же к иным логическим системам (не к формальной логике Аристотеля) как раз может привести к рациональности, под которой мы (в отличие от С. Тулмина) понимаем совершенно конкретную вещь – удовлетворение рассуждения некоторой избранной (любой!) логической системе.

Ученик: Ну, тут как-то совсем мне не понятно.

Учитель: Тем не менее, здесь все совсем просто. Возьмем, к примеру, трёхзначную логику Яна Лукасевича, которая была исторически первой многозначной логикой и является простейшим расширением двузначной логики. Перечень истинностных значений трёхзначной логики помимо «истинно» и «ложно» включает также третье значение, которое как правило трактуется как «неопределено», «неизвестно» или «ошибочно». В трёхзначной логике естественно не соблюдается закон исключённого третьего (состоящий в том, что состоящий в том, что из двух высказываний – « A » или «не A » – одно обязательно является истинным, т.е. два противоречивых суждения не могут быть одновременно

ложными, одно из них необходимо истинно). И это оказывается полезно в приложениях! Вспомним известный пример: пусть *A* представляет собой утверждение «*Сократ смертен*». Тогда закон исключённого третьего для *A* примет вид: «*Сократ смертен или Сократ бессмертен*», откуда ясно, что закон отсекает все иные варианты, при которых Сократ и не смертен и не бессмертен. Тут все очевидно. Но вот если в качестве *A* взять утверждение «*Вирус – живое существо*». Тогда закон исключённого третьего для *A* примет вид: «*Вирус – живое существо или Вирус – мертвое вещество*». Это утверждение уже может поставить нас в затруднительное положение, поскольку вирус имеет некоторые свойства живого (например, способен к размножению), но некоторых важнейших свойств не имеет (например, не имеет обмена веществ). Именно трехзначная логика оказывается наиболее естественной в этой ситуации: «*Вирус – живое существо или Вирус – мертвое вещество или Неопределено (неизвестно): живое ли вирус существо, либо мертвое вещество*». Приведенное утверждение не удовлетворяет двужанной формальной логике Аристотеля, но удовлетворяет трёхзначной логике Лукасевича и (как удовлетворяющее хоть какой-то логической системе, пусть и более экзотической, чем двужанная формальная логика) считается нами рациональным.

Ученик: О! Теперь мне все совершенно понятно!!!

Учитель: Однако двинемся далее. Приведу ПОЛЕЗНЫЕ ЭМПИРИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА.

Анализируя историю развития физико-математических наук (см., например, [Розенбергер, 1935; 1936; 1937; 1937а; Ансельм, 1986; Клейн, 1989]), нельзя не сделать вывод, который мы назвали **правилом «Трех не»**: *теория развивается от однородной к неоднородной, от стационарной к нестационарной, от линейной к нелинейной*.

На первый взгляд, может показаться, что это правило найдет довольно узкое применение – только лишь в уже упоминавшихся физико-математических науках. Однако это не так! Во-первых, отметим, что, по крайней мере, общие понятия стационарности/нестационарности и однородности/неоднородности в той или иной конкретной форме глубоко проникли в самые разные дисциплины (например, говоря о стационарности/нестационарности уместно будет вспомнить такие направления как «фиксизм»/«мобилизм» в геологии). Но главное даже не это!

Анализ современных тенденций в методологии производства научного знания показывает значительное усиление роли метода математического моделирования. Академик А.А. Самарский называет математическое моделирование «...новой научной технологией, новой методологией научных исследований, поиска и прогноза». В более широком смысле, согласно А.И. Кацуре с сотру., «...моделирование претендует на методологическую фундаментальность, не уступающую

теории и эксперименту». Новые тенденции в развитии метода математического моделирования особенно выпукло проявляются в таких областях, как история, экономика, социология, экология и ряд других. Более того, этот метод рассматривается ныне не только в контексте естественнонаучных, но и гуманитарных моделей [Плохотников, 2003: с. 9].

Таким образом, во-вторых, как следствие повсеместного проникновения метода математического моделирования, частные закономерности, характерные для физико-математических наук, становятся уже общими закономерностями и их можно обнаружить при анализе любой научной дисциплины.

Ученик: Попробую приложить это правило к истории развития теории о структуре микосообщества болот. Первые исследования, проведенные в этом направлении, выявили небольшой список видов из сообщества одного типа. Последующие исследователи разбили торфяную залежь на слои и типы сообществ и выявили неоднородность в микосообществе в вертикальном направлении, и в связи с растительностью. Большое внимание уделялось временной динамике появления видов. Таким образом, можно считать что теория перешла от однородной к неоднородной. Пользуясь этим правилом, можно правильно заложить площадки для наблюдений (учитывая неоднородность условий), и внимательно наблюдать за разными экологическими факторами, могущих быть причиной неоднородности структуры микосообщества.

Учитель: Следующее, одно из важных наблюдений - эволюция качественных описаний в количественные.

Сразу заметим, что широкое использование метода математического моделирования в науках, которые изначально были далеки от применения каких-либо математических методов – это не случайность, а проявление общей закономерности развития всякой научной дисциплины, которая хорошо была сформулирована И.А. Акчуриным с соавт. [1968: с. 9]: *познание начинается с качественного анализа, потом возникает необходимость перехода к формализации и количественному уточнению* (так что по степени использования методов и идей математики часто судят о зрелости той или иной науки).

Можно выделить *три этапа математизации всякой науки*. **Первый** из них – математическая, чаще всего именно просто *количественная обработка эмпирических данных той или иной области человеческого знания*. Это этап выделения, выявления чисто феноменологических функциональных корреляций, которые наблюдаются в экспериментах с интересующими нас объектами. Отличительная черта в методологическом плане та, что он протекает целиком в рамках некоторой старой понятийной схемы, без каких-либо попыток сформулировать новые теоретические концепции. А вот *попытки выделить одни системы объектов в качестве более фундаментальных, а структуры и свойства*

других уже как-то объяснить, вывести из структур и свойств этих первых, фундаментальных – это уже переход ко второму, модельному этапу математизации. Ломка старых теоретических концепций, многочисленные попытки ввести новые, более глубокие, более фундаментальные понятия – характернейшая черта второго, модельного этапа математизации знания. Рано или поздно этот процесс заканчивается решающим успехом – происходит переход к *третьему этапу математизации знания* – к этапу *относительно полной математической теории данного уровня организации материи.* Конечно, реальная ситуация во всякой науке всегда представляет собой «смесь», сочетание всех этих довольно различных этапов математизации знания, иногда с преобладающим весом одного какого-то из них [Акчурин с соавт., 1968: с. 26-29]. Это происходит из-за того, что в каждой науке можно выделить различные направления, и они развиваются неравномерно. Вероятность того, что все направления, скажем, биологии, одновременно пройдут первый этап математизации и синхронно перейдут на второй, очень мала. Скорее всего, одно какое-то направление (например, ботаника) будет пребывать на первом этапе, другое (например, экология) перейдет на второй этап, а третье (например, генетика) окажется уже на третьем этапе.

Ученик: Думаю, что описание структуры микосообщества в этом отношении как раз находится на первом этапе. Однако в более узких направлениях моделирование уже имеет место. Так, например, для прогноза деструкции растительного опада после осушительных мероприятий на торфянике М.В. Смагиной (1988) была использована модель. Было показано, через какой период времени завершится полная минерализация изученных компонентов опада.

Учитель: А я, в свою очередь, приведу **некоторые примеры из истории почвоведения.**

Как известно (см., например, [Иванов, 2003: с. 103]) самый первый (так называемый «докучаевский период») развития почвоведения ознаменовался интенсивным составлением карт и созданием необходимой для картирования классификации почв. В частности, осуществлялась работа по составлению Почвенной карты Европейской России. Совершенно очевидно, что создание классификации и составление карты – это отражение общей закономерности, сформулированной нами выше: движение научной дисциплины от изучения объекта как однородного к выделению в нем неоднородности (почва вообще → какой конкретно тип почвы и где какой тип?). В силу очевидности этого положения на нем не было бы смысла долго останавливаться⁴, но мы хотим отметить более

⁴ Вообще говоря, идея неоднородности – одна из самых очевидных и, так сказать, «бросающихся в глаза». Поэтому переход теории от изучения однородной среды к изучению неоднородной происходит очень рано и повсеместно.

интересный момент. Тотчас после появления неоднородности в теории, проявилось и движение от стационарности к нестационарности.

Действительно, первое почвенно-географическое районирование России принадлежит Н.М. Сибирцеву. Кроме того, этот ученый ввел важнейшее понятие о степени выраженности процессов почвообразования (степени оподзоленности, подтипы черноземов), которое стало одним из важных классификационных критериев при разделении почв. Но он же почти сразу указал на *изменчивость* соотношения между бонитировочными группами почв в зависимости от погодных условий. Н.М. Сибирцев отмечал, что во время засух производственная оценка почв как бы «переворачивается» [Иванов, 2003: с. 84-86]. Таким образом исходно стационарная картина стала приобретать динамические черты. Наконец, с именем этого ученого связано в почвоведении и начало перехода от чисто качественных описаний к количественным.

Н.М. Сибирцев в своем учебнике, излагая принципы бонитировки почв, как определение тех их свойств, которые имеют хозяйственное значение, отметил, что свойства эти должны быть определены в цифрах. При переводе этих цифр на язык относительного достоинства Сибирцев рекомендовал пользоваться правилами: минимума, максимума, пропорциональности, средних величин, сопутствующих изменений [Иванов, 2003: с. 87].

Примеры перехода от линейности к нелинейности, в основном, дают наши дни, когда математизация почвоведения зашла уже довольно глубоко. Чтобы не утомлять читателя, приведем лишь один пример.

Начало систематическим исследованиям по кинетике трансформации органического вещества почвы было положено трудами П.А. Костычева, опубликованными в конце 80-х гг. XIX века, Э.М. Вольни (конец 90-х гг.) и С.П.Кравкова (самое начало XX века). В работах Йенни с соавторами, выполненных в середине XX века, предложена линейная модель деструкции органического вещества, согласно которой процесс разложения подчиняется кинетике первого порядка [Смагин с соавт., 2001]. В работах последующих авторов модель деструкции несколько усложнялась (выделялось все больше групп органических веществ, для каждой из которых принималась своя константа скорости разложения, вводились новые зависимости от факторов внешней среды), но структура

Например, на самом первом этапе развития почвоведения в 1894 г. А.А. Измаильский опубликовал книгу «Влажность почвы и грунтовая вода в связи с рельефом местности и культурным состоянием почвы». Он установил *причины различной влажности почв* под естественной растительностью и на пастбищах, *под различными культурами при различных глубинах и способах обработки почв*. А.А. Измаильский выяснил, что питание грунтовых вод в глинисто-суглинистых степях проходит не фронтально, а через замкнутые понижения (западины, блюдца), что в верховьях балок и ложбин грунтовые воды более пресные и залегают выше, чем в нижних частях [Иванов, 2003: с. 87-88].

ее оставалась прежней – линейной. Наконец, к концу XX века произошел переход на нелинейные модели, более адекватные наблюдаемым экспериментальным данным.

Ученик: Благодарю за представленный мне курс на дальнейшие исследования. В своей работе я буду придерживаться правил и законов, здесь обсуждавшихся.

Список литературы

Акчурин И.А., Веденов М.Ф., Сачков Ю.В. 1968. О методологических проблемах математического моделирования в биологии // Математическое моделирование жизненных процессов. – М.: Мысль. – с. 7-44.

Ансельм А.И. 1986. Очерки развития физической теории в первой трети XX века. – М.: Наука. – 248 с.

Богданов Б.В., Нарский И.С. (ред.). 1987. Главные философские труды В.И. Ленина. – М.: Политиздат. – 288 с.

Злотин Б.Л., Зусман А.В. 1988. Месяц под звездами фантазии: Школа развития творческого воображения. – Кишинев: Лумина. – 271 с.

Иванов Г.И. 1987. И начинайте изобретать. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство. – 240 с.

Иванов И.В. 2003. История отечественного почвоведения. Развитие идей, дифференциация, институционализация. – М Наука. -397 с

Клейн Ф. 1989. Лекции о развитии математики в XIX столетии. – М.: Наука. – 456 с.

Лейбниц Г.В. 1984. Сочинения в четырех томах: Т. 3. – М.: Мысль. – 734 с.

Ленин В.И. 1965. Полн. собр. соч., т. 29.

Майоров Г.Г. 1984. Лейбниц как философ науки // Лейбниц Г.В. Сочинения в четырех томах: Т. 3. – М.: Мысль. – 734 с.

Никонов А.П. 2008. Верхом на бомбе. Судьба планеты Земля и ее обитателей. – М.: ЭНАС; СПб.: Питер. – 320 с.

Плохотников К.Э. 2003. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. – М.: Едиториал УРСС. – 280 с.

Прохоров А.М. (ред.) 1983. Советский энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия. – 1600 с

Розенбергер Ф. 1935. История физики. Часть третья: «История физики за последнее (XIX) столетие», вып. 1. – М., Л.: ОНТИ НКТП СССР.

Розенбергер Ф. 1936. История физики. Часть третья: «История физики за последнее (XIX) столетие», вып. 2. – М., Л.: ОНТИ НКТП СССР.

Розенбергер Ф. 1937. История физики. Часть первая: «История физики в древности и в средние века». – М., Л.: ОНТИ НКТП СССР.

Розенбергер Ф. 1937а. История физики. Часть вторая: «История физики в новое время». – М., Л.: ОНТИ НКТП СССР.

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.

Таранов П.С. 1996. Философия изнутри. Т. 1. – М.: Остожье.

Финн В.К. 2008. Предисловие. Введение: Дмитрий Анатольевич Бочвар (7.VIII.1903-9.X.1990) // Многозначные логики и их применения: Т. 1: Логические исчисления, алгебры и функциональные свойства / Под ред. В.К. Финна. – М. Изд-во ЛКИ. – с. 9-22.

Фролов И.Т. (ред.). 1980. Философский словарь. – М.: Политиздат. – 444 с.

von Glasersfeld E. 1998. Einführung in den radikalen Konstruktivismus. In: Watzlawick P. (Hrsg.) Die erfundene Wirklichkeit. Piper Verlag, München, 10. Aufl., S.16-38.

<http://nature.philos.msu.ru/info/asp-lect/conspect/lec1.html>

(Лекция 1. Сциентизм и антисциентизм в современном мире. Проблема генезиса науки).

COMPILATIVE-ANALITICAL CONSTRUCTION OF APPLIED THEORY OF KNOWLEDGE (WITH EXAMPLES FROM SOIL SCIENCE AND MYCOLOGY)

Glagolev M.V., Filippova N.V.

We present “applied theory of knowledge” (some useful rules and tendencies of science development) in the form of dialogue “teacher-pupil”. The teacher suggests several laws from the theory of knowledge:

- 1. “Hegelian Triad” (thesis→antithesis→synthesis),*
- 2. Dialectical laws,*
- 3. The law of “Three Non-” (the theory evolves from uniform to non-uniform, from static to dynamic, from linear to non-linear)*
- 4. The transition from qualitative description to quantitative description, etc, and different types of logic.*