

250

Л Е Т И Ю
АКАДЕМИИ НАУК
ПОСВЯЩАЕТСЯ

«Его Императорское Величество указал учредить Академию, в которой бы учились языкам, также прочим наукам и знатым художествам и переводили б книги».

(Из указа Петра I от 28 января 1724 г. «Об учреждении Академии.» — «Полное собрание законов Российской империи», т. VII. СПб., 1830, стр. 220)

ОСОБЕННОСТИ
СОВРЕМЕННОГО
НАУЧНОГО
ПОЗНАНИЯ

УДК 001

Особенности современного научного познания.
Сб. статей. Свердловск, 1974 (УНЦ АН СССР).

Предлагаемый вниманию читателей сборник представляет собой попытку взглянуть на сегодняшнее состояние науки как на конкретный период в ее развитии, обладающий определенной спецификой. Авторы прежде всего интересуют методологические особенности современной науки и то новое, что в этой важной стороне научной деятельности рождается на глазах людей, работающих сегодня в различных областях научного знания. Авторы прослеживают также связь развития науки с различными сторонами общественной жизни.

В основу сборника легли результаты обсуждения проблем методологии науки в философских семинарах Уральского научного центра АН СССР. Книга рассчитана на научных сотрудников, аспирантов и всех, интересующихся методологическими проблемами современной науки.

Ответственный редактор **В. И. Корюкин**

© УНЦ АН СССР, 1974

С. С. ШВАРЦ

ЦЕЛОСТНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И УРОВНИ ИНТЕГРАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ

В последние годы в биологической литературе интенсивно обсуждается вопрос об уровнях интеграции (структурных уровнях) живой материи. Его суть может быть пояснена следующим образом.

Уже в далеком прошлом, несомненно, задолго до появления науки, человек обратил внимание на одно из важнейших свойств живой материи — ее прерывность, дискретность. Океан един, он непрерывен, в нем невозможно выделить каких-то отдельных частей, он воспринимается как единое целое. Зеленый океан — лес — также воспринимается как целое, но состоит он из дискретных единиц — деревьев, совокупность которых и образует целое — лес. Представление о дискретности жизни верно отражает действительность. Любая форма нашей, земной жизни представлена слагающимися ее индивидами, «неделимыми» (термин, употреблявшийся в старой русской научной литературе). Жизнь неделимая (если таковая возможна) была бы принципиально иной, подчинялась бы иным законам развития.

Однако вслед за верным обобщением практический разум людей сделал уже далеко не бесспорный вывод. Стало складываться представление, согласно которому свойство жизни, как особой формы существования окружающего нас мира, полностью отражается в свойствах представляющих ее индивидов, организмов. Это представление и сейчас господству-

ет среди неспециалистов, да и многие специалисты признают ограниченность его скорее на словах, чем на деле.

С возникновением клеточной теории «организмоцентрическому» взгляду на живую природу был нанесен чувствительный удар. Клеточная теория с особой силой подчеркнула единство жизни (любой организм состоит из клеток, а неклеточные организмы — это организмы одноклеточные). Вместе с тем, стало очевидным, что клетка — часть организма — обладает своими законами развития, достойными самостоятельного изучения. Не замедлили появиться и теории, в основе которых лежит представление о примате клетки над организмом, стремление свести учение об организме к учению о клетке (Ру, Вирхов, отчасти Кох и др.). В процессе развития науки крайние взгляды, явившиеся следствием естественной увлеченности ученых вновь открытыми фактами, были оставлены, но представление о клетке, как об определенном структурном уровне организации живой материи, еще более укрепились. Стало ясным, что существует по крайней мере два структурных уровня жизни: клетка и организм. Конечно, и в конце прошлого века биологи не могли не понимать, что, образно говоря, и ниже клетки существует нечто, заслуживающее самостоятельного изучения, что и с организмом жизнь не достигает своей структурной вершины. Однако биологию того времени представление о двух важнейших центрах кристаллизации биологических идей (клетка и организм) вполне удовлетворяло.

С возникновением менделизма, породившего цитологическую генетику, интенсивно развиваются исследования, показавшие, что жизнь клетки в конечном итоге определяется законами существования внутриклеточных структур, которые с известным правом могут быть названы молекулярными ансамблями. Молекулярная биология сделала очевидной необходимость исследования законов субклеточного (молекулярного) уровня организации жизни. Успехи, которые были достигнуты на этом пути, общеизвестны. Самостоятельно реагирующие внутриклеточные структуры предложено называть реактонами, наименьшими биологическими мишенями, способными избирательно реагировать на раздражение¹.

Параллельно с развитием представления о субклеточных формах проявления жизни стали набирать силы исследования, показывающие, что и выше организма существуют структуры, обладающие определенной целостностью, способные самостоятельно реагировать на изменение среды. Не имея

¹ Г. Селье. На уровне целого организма. (Перевод с англ.) М., «Наука», 1972.

возможности вдаваться в интереснейшие и весьма поучительные с точки зрения истории науки детали представлений о надорганизменных системах интеграции живой материи (биологических макросистемах), отмечу лишь главное.

Уже простое сложение особей одного вида животных или растений в популяцию (буквально — поселение) приводит к появлению у совокупности организмов принципиально новых свойств, не сводимых к свойствам слагающих организмов. Практически наиболее важно, что свойства популяции не могут быть предсказаны на основе свойств индивидов. Новые свойства популяции возникают вследствие своеобразия ее структуры, обладающей всеми характерными особенностями системы.

Структура и организация популяции стали предметом изучения особой науки — популяционной экологии. Естественно поэтому, что характеристика конкретной популяционной структуры в двух словах дана быть не может. Однако суть проблемы может быть по существу исчерпывающе пояснена простейшим примером. Сила тигра в десятки тысяч раз превосходит силу мыши, в неисчислимое число раз индивидуальная стойкость тигра больше индивидуальной стойкости мыши. Но... мышей невозможно истребить, тигра настало время охранять. И дело тут вовсе не в том, что тигров мало и размножаются они медленно, а мышей много и размножаются они быстро. Причина заключается в том, что в силу биологических особенностей сравниваемых видов и путей их исторического развития популяционная структура поселений мышей оказалась неизмеримо более совершенной системой, чем поселения тигров, системой, способной к сложнейшим гомеостатическим реакциям, обладающей высшей степенью приспособляемости к изменениям внешней среды. При всей гипертрофичности этого примера, он верно отражает суть проблемы: **процветание вида в конечном итоге определяется его популяционными свойствами.** До тех пор пока этот фундаментальный вывод современной экологии не будет в полной мере осознан практиками, технический прогресс в тех отраслях народного хозяйства, которые имеют дело с живой природой, может быть лишь ограниченным и локальным. Это с особой силой подчеркивает необходимость выделения первого надорганизменного уровня организации живой материи — уровня популяции. Популяция — это форма существования вида, обладающая всеми свойствами для самостоятельного существования в изменяющихся условиях среды.

Однако хорошо известно, что окружающая нас природа не состоит из одновидовых популяций животных или растений. Она образуется и представлена сообществами, в кото-

рых видовые популяции должны рассматриваться как элементы целого, элементы биологической макросистемы более высокого ранга. Эти системы получили название биогеоценозов. Структура биогеоценозов разных регионов земного шара определяет характер трансформации вещества и энергии в биосфере. Нельзя забывать, что нормальный газовый состав атмосферы, почвенное плодородие, способность к нейтрализации потенциально вредных веществ, поступающих в биосферу (биологическая очистка), и т. п. поддерживаются лишь до тех пор, пока сохраняется оптимальная структура живого покрова Земли, до тех пор, пока его способность к гомеостатическим реакциям не исчерпана.

Учение В. И. Вернадского и В. Н. Сукачева о биосфере и о биогеоценозах во всем мире справедливо рассматривается как одно из крупнейших завоеваний современной науки. Их основные положения многократно описывались и в специальной и в популярной литературе. Поэтому мы имеем возможность непосредственно перейти к рассмотрению тех вопросов, которые кажутся нам теоретически недостаточно разработанными и от решения которых в значительной степени зависит выбор генеральной стратегии поведения индустриального общества в природе.

Из сказанного ранее видно, что структура природы может быть описана следующими основными уровнями ее интеграции: субклеточный (молекулярный) уровень — клетка — организм — популяция — биогеоценоз — биосфера. Споры о том, исчерпывают ли указанные уровни структуру природы или к ним необходимо добавить, например, уровень тканей, а молекулярный уровень выделить из субклеточного и т. д., не кажутся мне принципиальными. Неизмеримо более важным представляется вопрос о месте вида в иерархии уровней биологической интеграции.

Не трудно показать, что первые три уровня организации живой материи в любом конкретном выражении являются формой проявления вида. Отсюда следует, что «видовой уровень» не может быть включен в указанную иерархическую систему: и клетка, и особь, и популяция всегда относятся к определенному виду животных или растений. Одноклеточная стадия развития травяной лягушки с таким же правом должна быть отнесена к виду *Rana temporaria*, что и взрослая особь. Семена березы в такой же степени *Betula pubescens*, что и столетнее дерево. Отсюда следует, что три важнейших уровня интеграции жизни (клетка — организм — популяция) разветвляются в рамках вида, закодированы в видовой программе развития, реализация которой происходит в соответствии с условиями среды. Формирование высших уровней интеграции (биогеоценотического и биосфе-

ры) происходит в результате взаимоприспособления видовых популяций, их интеграции в единство высшего порядка. Анализ связанных с затронутой проблемой вопросов заслуживает самостоятельного обсуждения. Здесь же нам кажется важным наметить самую общую схему структуры природы: живой покров Земли представлен биогеоценозами, являющимися системами межвидовой интеграции, системами интеграции видов, которые в свою очередь представлены принципиально различными уровнями организации. «Уровень вида» не входит в иерархию уровней организации живой материи, он основа этой организации.

Структура природы определяет ее целостность. Каждый из исследованных уровней, являясь чем-то новым по сравнению с предыдущим, подчиняясь законам, которые непосредственно из законов базовых уровней не вытекают, этих законов не отменяют и отменить не могут. Я попытаюсь показать, что этот, казалось бы, абстрактный, почти философский вопрос имеет решающее значение в практике сегодняшнего дня.

Пожалуй, легче всего это показать путем анализа практических выводов из хорошо обоснованного представления о всеобщей взаимосвязи явлений в природе. Обратимся к конкретному примеру.

Недавно в нашей стране была издана книга американского эколога Питера Фарба «Популярная экология». Вот к чему сводится ее основное кредо. «Сообщество представляет собой механизм, включающий в себя столько сцепленных друг с другом шестеренок, что совершенно бессмысленно считать какие-то из этих шестеренок вредными или, наоборот, полезными. И тем не менее человек руководствуется именно такими оценками — и опрыскивает ядохимикатами поля и парки, поощряет истребление хищных млекопитающих и птиц, пытается управлять охотничьими угодьями так, чтобы они давали как можно больше дичи»².

Книга Фарба — популярная, издана массовым тиражом. Ее основные положения сочувственно цитируются журналом «Знание — сила», тираж которого исчисляется уже не тысячами, а миллионами экземпляров (№ 9, 1972). Рецензент выписывает приведенные слова Фарба и добавляет: «но это равносильно тому, если бы мы пытались отремонтировать телевизор, колотя по нему гаечным ключом». Я не привожу здесь фамилии рецензента, так как пропагандируемая (именно пропагандируемая, а не аргументируемая) им точка зрения стала сейчас почти всеобщей. Мне же представляется она отнюдь не самоочевидной.

² Питер Фарб. Популярная экология. М., «Мир», 1971.

Идея о всеобщей взаимосвязи явлений в природе отнюдь не нова. Вспомним Гёте.

Иль вот: живой предмет желая изучить,
Чтоб ясное о нем познание получить,
Ученый прежде душу изгоняет,
Затем предмет на части расчленяет
И видит их, да жаль: духовная их связь
Тем временем исчезла, унеслась.

Обидно, когда современный ученый не понимает, что величие идей В. И. Вернадского и В. Н. Сукачева (в конечном итоге — всей современной экологии) заключается не в том, что они показали необходимость анализа природных явлений в их целостности, а в том, что они эту идею доводят до той степени конкретности, которая делает ее непосредственным орудием познания мира, говоря современным языком, — непосредственной производительной силой. К такой постановке вопроса обязывает нас основополагающий тезис В. И. Ленина, сформулированный им в «Философских тетрадах»: «...от сосуществования к казуальности и от одной формы связи к другой, более глубокой, более общей»³.

Беда аналогий, подобных приведенной, как раз и заключается в том, что из анализа исключается исследование «форм взаимосвязей» в системах разного типа. Дело не только в том, что если следовать логике Фарба и его восторженного рецензента, то нельзя истреблять крыс, вредную черепашку, колорадского жука, нельзя даже истреблять переносчиков чумы или возбудителей холеры, так как они, несомненно, являются «шестеренками» живого механизма природы. Дело не в эмоциях, невольных возникающих при подобных допущениях, получивших в нашей печати широчайшее распространение. Проблема заключается в том, чтобы ясно понять те пределы, которые действительно ограничивают возможность воздействия человека на природу.

При решении этой проблемы ведущее значение приобретает кажущийся абстрактным вопрос о системности живой природы. Теория систем — одна из интенсивно разрабатываемых общих теорий современного естествознания. При этом она, как и любая общая теория, для представителей разных наук поворачивается разными гранями. Для биолога особое значение имеют следующие положения теории систем: свойства целого не сводятся к сумме свойств, слагающих его индивидов; в рамках системы индивид никогда не реализует все присущие ему свойства и приобретает новые свойства, соответствующие «нуждам» системы.

³ В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 202.

С этой точки зрения различия между механизмами, созданными человеком, с их «шестеренками и системами передач», «с живыми механизмами» приобретают принципиальное значение. Обратимся еще раз к примеру Фарба, помня при этом, что аналогичные примеры могли бы быть заимствованными почти из любой работы на тему «осторожно, природа». В самом ли деле изменения в режиме работы «шестеренок» с неизбежностью закона приведут к необратимому нарушению всей макросистемы. Вдумываясь в этот вопрос, мы приходим к выводу о ключевом для его решения значении учения об уровнях интеграции жизни.

Биологическое целое любого уровня интеграции отличается от любой машины, сотворенной руками человека, тем, что элементы целого — системы — в свою очередь являются системами, обладающими способностью к саморегуляции. Это легко иллюстрировать примером организма. В ответ на изменение условий среды организм изменяет свое физиологическое состояние, тем самым меняя режим работы своих элементов — клеток. Если бы клетки были аналогами шестеренок машин, то изменение системы их работы рано или поздно привело к гибели всего организма. Но клетки как системы высокого уровня интеграции включают естественные для них механизмы гомеостатических реакций и в изменившейся среде справляются со своими задачами так же успешно, как и до изменения. Способность высшего уровня биологической интеграции к саморегуляции гарантируется, подстраховывается механизмами саморегуляции всех нижележащих систем регуляции. Поэтому чем выше уровень организации жизни, тем выше ее способность к саморегуляции. Жизнь организма исчисляется днями или годами, жизнь популяции — тысячелетиями, биосфера бессмертна.

Здесь мы подходим к самому трудному, но и самому интересному вопросу, связанному с исследованием биологических макросистем. Чем выше степень структурной и организационной целостности биологической системы, тем более чутко реагирует она на изменение внешней среды и тем выше ее способность активно противостоять вредным внешним воздействиям, но тем более чувствительной становится система по отношению к изменению среды внутренней.

С другой стороны, подымаясь по иерархической лестнице структурных уровней живой природы, мы с удивлением обнаруживаем, что уровень системной целостности и совершенство организации при этом не возрастает, а падает: целостность биогеоценоза ниже целостности популяции, популяция уступает в этом отношении организму, организм — клетке. Популяция сохраняет способность к восстановлению оптимального состояния после таких нарушений структуры,

которые (в ином, конечно, конкретном измерении) вызвали бы неминуемую гибель клетки или организма.

Разделение биологии на группы вполне самостоятельных наук привело к тому, что мы крайне редко обращаем внимание на парадоксальный факт: нижние уровни систем интеграции живой природы обладают большим совершенством организации, чем высшие. Клетка — система более совершенно организованная, чем слагающийся из клеток организм. Оценка степени организованности дело трудное. Но если в качестве меры организованности системы принять ее способность к переработке информации, то получается следующее. Высшее достижение организменного уровня интеграции — человеческий мозг — способен переработать в 1 сек несколько десятков бит информации, клетка — несколько сотен.

Наиболее общие проявления структурированности природы еще плохо изучены, теоретически почти не осмыслены, экспериментально почти не исследованы. Но один общий вывод, кажется, можно сделать уже сейчас.

Способность к саморегуляции высших уровней биологической интеграции (биологических макросистем) гарантируется, подстраховывается способностью к саморегуляции составляющих их индивидов, но эти последние — наиболее чувствительные элементы в структуре природы — в свою очередь охраняются сложной структурированностью биологических макросистем. В результате живая природа как единая система приобретает высшую степень сопротивляемости по отношению к внешним воздействиям.

Способность к саморегуляции биологических систем в процессе миллионнолетней эволюции преобразовалась в необходимость саморегуляции, которая вызывается осцилляцией физической среды, оттачиваются механизмы приспособления живой природы к изменению условий существования. Поэтому задача отнюдь не ограничивается тем, чтобы с уважением относиться к любой «шестеренке» биологических систем. Она состоит в том, чтобы на основе точных знаний о механизмах их саморегуляции определить границы, за пределами которых живые макросистемы перестают быть системами, способными к саморегуляции.

Теория не дает никаких оснований считать все связи системы равно необходимыми, но она еще не создает прочной почвы для определения границ допустимого воздействия человека на природу. Создание этой теории — важнейшая задача науки наших дней. До тех пор, пока эта теория не создана, эмоции будут подменять точное знание.

Следующие положения могут быть использованы при построении подобной теории. Важнейшее из них — это пред-

ставление о структуре высшей биологической макросистемы — биогеоценоза. В противоположность почти общепризнанным (точнее — общераспространенным) представлениям мы выдвигаем гипотезу, согласно которой структура биогеоценоза основана не на принципиальном равенстве всех его элементов, а на принципе, который условно может быть назван принципом доминантов-сателлитов.

Основная, планетарная функция биогеоценозов заключается в трансформации вещества и энергии в биосфере и в нейтрализации возникающих при этом потенциально вредных веществ, снижающих продуктивность биологических макросистем (биологическая очистка). Механизм биологической очистки среды возник задолго до появления на Земле человека как средство защиты от нарушения химического и энергетического баланса, являющегося следствием диалектической противоречивости тех процессов, которые в конечном итоге приводят к взаимно полезному сосуществованию сотен биологически специфичных видов. Человеческая деятельность в принципе не противоречит организации природных систем, но для того, чтобы человеку естественно вписаться в структуру природы, необходимы определенные условия, которые диктуются общей теорией биологических макросистем.

Анализ показывает, что основная функция биогеоценозов (трансформация вещества и энергии) выполняется в основном за счет немногих видов-доминантов, число которых исчисляется десятками, а не сотнями или тысячами. Однако нормальное функционирование доминантов определяется большим числом видов-сателлитов. Длительная синэволюция совместно обитающих видов привела к тому, что деятельность сателлитов незначительно подчинена биологии доминантов, которые создают ту среду, в которой происходит развитие всех животных и растений, входящих в систему биогеоценоза, но в дальнейшем сателлиты сами оказались необходимым условием жизни доминантов. В этом проявляется реальная диалектика жизни на высших уровнях ее интеграции.

Представление о структуре биогеоценоза, основу которой составляет ценотическое ядро, подстрахованное большим числом видов сателлитов, создает научные предпосылки для определения допустимых форм и норм воздействия человеческого общества на природу: изменение видового состава ядра приводит к нарушению биогеоценоза, когда лес превращается в болото, степь — в пустыню, пустыня — в безжизненные пески. Однако строгого запрета на изменение видового состава сателлитов природа не накладывает. Существует принципиальная возможность сознательного его изменения, направленного на повышение биоценотической са-

морегуляции. Однако для того, чтобы эта возможность была реализована, система функционирования биогеоценоза должна быть исследована с той же степенью детальности, с какой мы изучаем систему функционирования машин, созданных руками человека. Но это изучение не может идти по линии «проб и ошибок» (этот путь обошелся бы человечеству слишком дорого). Он должен быть освещен определенной теорией. Некоторые вехи ее создания я пытался здесь изложить. Они подчинены следующему основному положению: сохранить природу в ее первозданном состоянии принципиально невозможно. Стремление к этому отдает маниловщиной и рано или поздно придет в противоречие с необходимостью повышения материального благосостояния людей. Но человек уже сейчас может направить развитие природы по пути формирования биогеоценозов новых типов, соответствующих новой среде, в которой ведущую роль играют антропогенные факторы, обладающие столь же высокой биологической продуктивностью, высшей способностью к саморегуляции (элементом которой является и биологическая очистка), столь же высокой силой эмоционального воздействия на человека, что и биогеоценозы естественные.



**ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО
НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ**

**Труды Кафедры
философии УНЦ АН СССР**

*Утверждено к печати
Редакционно-издательским советом
Уральского научного центра АН СССР*

Редактор В. С. Аллаярова
Художник М. Н. Гарипов
Техн. редактор М. К. Устюгова
Корректор Л. Н. Петленко

РИСО УНЦ № 665—39(74). Сдано в набор 14/VI 1974 г.
НС 24349. Подписано к печати 26/XI 1974 г. Усл.-печ. л. 15,75.
Уч.-изд. л. 15,6. Формат 60×90/16. Заказ № 369. Тираж 5000.
Цена 1 р. 30 к.

РИСО УНЦ АН СССР, Свердловск, К-49, Первомайская, 91
Типография изд-ва «Уральский рабочий»,
г. Свердловск, пр. Ленина, 49.