

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ЖУРНАЛ
ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ

Том XXXII

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

3

МОСКВА · 1971

РЕЦЕНЗИЯ

УДК 574/578 : 001.1 (048)

«НА ПУТИ К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ. ПРОЛЕГОМЭНЫ». «МИР», М., 1970 г., 180 стр., цена 1 р. 27 коп. Редактор русского издания Б. Л. Астауров. Редактор иностранного издания К. Уоддингтон

В 1970 г. в издательстве «Мир» вышел интересный сборник «На пути к теоретической биологии». Издательская аннотация хорошо характеризует его содержание. «Книга представляет собой плод первого симпозиума по теоретической биологии. Это был несколько необычный симпозиум. На нем обсуждались лишь два доклада: К. Уоддингтона «Основные идеи в биологии» и Э. Майра «Причины и следствия в биологии», разосланные участниками заранее. После окончания симпозиума его участники представили статьи по отдельным обсуждавшимся проблемам. Все эти материалы составили чрезвычайно интересную книгу, в которой биологи, физики, математики и химики рассматривают ряд основных проблем современной теоретической биологии, касающихся теории эволюции, молекулярной биологии, регуляторных процессов морфогенеза и т. д.». Особое значение сборника подчеркивает и редактор русского издания акад. Б. Л. Астауров: «Теперь, говоря о «теоретической биологии», в это выражение начинают вкладывать примерно тот же смысл, какой вкладывают, говоря о теоретической физике, разумея под задачами теоретической биологии познание самых фундаментальных и общих, но в то же время специфических свойств и законов, присущих той качественно особой форме движения материи, которую мы именуем жизнью» (стр. 6).

Настоящую заметку ни в коем случае не следует рассматривать в качестве рецензии. Мне хотелось бы лишь обратить внимание на некоторые вопросы, которые авторами сборника трактуются с оригинальных и, как мне кажется, прогрессивных позиций. Один из них мог бы быть сформулирован так: из каких кирпичей следует стремиться заложить фундамент будущей теоретической биологии?

Оказалось, что именно структура книги, являющейся по существу тематическим сборником, облегчает ответ на этот вопрос. В самом деле, в числе участников сборника — крупнейшие биологи (Р. Левонтин, Л. Вольперт, Э. Майр, К. Уоддингтон и др.), химики и физики (А. Кернс-Смит, К. Лонгет-Хиггинс, Г. Патти), математики (Р. Том, К. Зиман и др.). Естественно поэтому, что их подходы к теоретической биологии различны. Это дает возможность вычленить именно те вопросы, которые, по мнению наиболее компетентных представителей разных наук, должны лечь в основу теоретической биологии.

Анализ книги (именно книги в целом, а не отдельных статей) приводит к заключению, что эти вопросы могут быть сведены к следующим: сущность жизни; теория онтогенеза; теория биологических систем надорганизменного уровня интеграции; взаимоотношение организма и среды, и в частности проблема адаптаций; теория гена; возможность применения теории систем и принципов квантовой механики к объяснению основных явлений жизни. Ни в одной из статей сборника не рассматриваются все перечисленные здесь вопросы, но ни один из авторов при оценке магистральных путей построения теории общей биологии не оказался в плену своих профессиональных интересов. Для иллюстрации можно привести в известной степени парадоксальную ситуацию, тонко подмеченную Г. Патти. Он пишет, что представление о том, что живые системы могут и должны быть описаны в терминах квантовой механики, принимается преимущественно представителями «новой биологии» (Крик, Уотсон, Кендрью и др.), в то время как физики (Бор, Шредингер, Вигнер) настроены менее решительно. Сам Патти полагает, что указанное представление (он называет его догмой) не должно удовлетворять ни биологов, ни физиков (стр. 179).

Представитель того течения современной науки, которое нередко определяется как «математическая биология» (Карнакер), справедливо отмечает, что дать определение «структурной организации» можно лишь на основе функционального анализа живого (стр. 92). Это подлинно биологический подход к вопросу. То же самое можно сказать и относительно статьи Гудвина, объясняющего злокачественный рост клеток явлениями, протекающими в конечном итоге не на уровне отдельных клеток, а на уровне

не целого организма. Математик Р. Том видит в генах прежде всего регуляторы обмена веществ. Легко было бы умножить примеры, показывающие, что анализ представленных в сборнике статей может служить основой для вполне объективного вычленения тех вопросов, исследование которых, по мнению представителей разных наук, необходимо для построения фундамента теоретической биологии.

Бросается в глаза, что перечисленные выше вопросы относятся к разным уровням организации жизни: от субклеточного до экологического уровня надорганизменных систем. Это говорит о том, что жизнь — единая форма существования материи и ее сущность столь же полно (и столь же неполно!) выражается в законах сложения организмов в популяции и экосистемы, как и в законах, управляющих интеграцией клетки. Это вполне объективно подводит нас к заключению, что путь к теоретической биологии — это путь синтеза общих выводов и идей, вытекающих из исследований процессов жизни на всех уровнях ее проявления. Это обстоятельство полезно подчеркнуть.

Несомненно, что прогресс биологии в значительной степени определяется изучением элементарных явлений и процессов, которые наиболее непосредственно дают о себе знать на уровне субклеточных структур. Это породило убеждение, что путь к теоретической биологии открывается исследованиями на элементарных уровнях интеграции живой материи. Успехи в области молекулярной биологии лишь подкрепляют, но не порождают это убеждение. Материалы рассматриваемого сборника показывают ограниченность этой распространенной точки зрения. Несомненно, что законы жизни клетки определяют законы жизни организма, популяции, биоценоза, но и законы жизни биоценоза, популяции, организма оказывают на жизнь клетки обратное воздействие, в какой-то степени определяют законы ее развития. Этому утверждению можно было бы привести немало конкретных доказательств, в рамках же настоящей заметки достаточно сказать, что в конечном итоге жизнь — это биосфера. Не надо было быть В. И. Вернадским, чтобы это понять, и поэтому надо отдать должное одному из соавторов сборника Г. Патти, сформулировавшему ту же мысль в привычной для современного биолога форме. Он справедливо утверждает, что жизнь — это свойство, присущее экосистеме в целом, а «не свойство изолированного скопления макромолекул, что центральный вопрос происхождения жизни — это не вопрос о том, что возникло прежде, ДНК или белок, а вопрос о том, какова простейшая экосистема» (стр. 178)¹.

Затронутый вопрос имеет не только теоретическое, но и практическое значение, ибо он определяет стратегию биологических исследований. Эта мысль в несколько ином контексте превосходно выражена в одной из статей К. Уоддингтона. Он пишет, что «без предварительной разработки возможной логической структуры процессов репликации и действия гена никто не знал бы, куда следует направить поиски и как истолковать обнаруженные факты» (стр. 102).

Обратимся теперь к некоторым частным («частным», разумеется, лишь в масштабе общей проблематики сборника) проблемам, обсуждению которых авторы уделили особенно много внимания. Одна из важнейших проблем — сущность жизни. Почти во всех статьях, затрагивающих этот вопрос, в той или иной форме выражена глубокая мысль: понятие «жизнь» нельзя отрывать от понятия «эволюция». Четкая формулировка дана Уоддингтоном: «Система может быть названа живой, если в ней закодирована передаваемая по наследству информация, и если эта информация иногда претерпевает изменения, и если измененная информация также наследуется» (стр. 13). Мне кажется, что эта формулировка не противоречит ни субстанциональному определению жизни, которое было дано Энгельсом и конкретизировано многими исследователями, ни определению функциональному, которое привлекает внимание многих биокбернетиков. Это определение может и не быть исчерпывающим, но в отношении понимания жизни как процесса оно безусловно прогрессивно. Об этом говорит и Уоддингтон в предисловии к русскому изданию. «Читатель убедится, например, что многие авторы в этой книге подчеркивают важность формулирования концепций в терминах процессов, а не предметов, рассматривают внутренние связи биологической системы в виде инструкций, а не информации и уделяют достаточное внимание дискретности изменения (например, «катастрофы» в статье Р. Тома). Эти представления, как мне кажется, в большей степени соответствуют диалектической концепции Маркса и Энгельса, чем обычному упрощенно материалистическому подходу к проблемам биологии».

Естественно, что, вводя в определение понятия «жизнь» «претерпевающую изменения наследственную информацию», авторы сборника и к основному генетическому понятию «ген» подходят если и не с принципиально новых, то, во всяком случае, отнюдь не с рафаретных позиций. Р. Том, например, утверждает: основная роль генов заключается, очевидно, в регуляции обмена веществ или эпигенеза; строго случайный характер мутаций — это догма, противоречащая физике; характер метаболизма оказывает неизбежное влияние на статистическую частоту разных мутаций. Это утверждение в самой общей форме поддерживает и Патти, отмечая, что «надежность наследственности законами физики объяснить трудно» (стр. 89). Уоддингтон, наиболее последо-

¹ Мне хочется отметить следующее. В данном случае важно не то, прав ли Патти в своем категорическом суждении. Важна историческая закономерность подобной постановки вопроса.

вательно признающий идею целостности явлений жизни во всех ее основных проявлениях, показывает, что, оценивая роль случая в изменении наследственной информации, надо исходить не только из свойств отдельных генов, но и из свойств организмов и популяций. Такой подход к проблеме приводит его к важному заключению: случайность фенотипической изменчивости не означает случайности изменчивости фенотипической (стр. 27). Он высказывает также интересные соображения, касающиеся возможных механизмов этого кажущегося парадокса (значение динамики генетической структуры популяций, совместный отбор главного гена и генов-модификаторов и др.). Автор полагает, что допущение неодарвинистов, согласно которому случайность мутаций определяет случайность фенотипической изменчивости, следует считать ошибочным. Мне кажется небесполезным отметить, что к весьма сходным заключениям приводит анализ накопленного генетикой и экологией материала с позиций диалектического материализма. Так, в статье, посвященной анализу значения философского наследия В. И. Ленина для современной биологии, я пытался показать, что события, случайные на уровне отдельных генотипов, оказывают неслучайный эффект на уровне популяционном (Шварц, 1970).

Рассмотрение основных биологических явлений как процессов логически приводит к включению в число важнейших проблем теории общей биологии и проблему онтогенеза. Взгляды Уоддингтона на природу онтогенеза хорошо известны, его важнейшие книги переведены на русский язык. По достоинству оценен и его вклад в синтез идей генетики и эмбриологии и в развитие оригинальных представлений об «ассимиляции приобретенных признаков». Поэтому здесь важно лишь отметить, что Уоддингтон относит теорию эпигенеза наряду с теорией эволюции к одному из краеугольных камней теоретической биологии (стр. 101), отмечая вместе с тем, что общей теории морфо-генеза не существует (стр. 21). Заслуживает серьезного внимания широкое использование автором понятия гомеореза (стабилизация потока, процесса, а не состояния), а также оригинальные представления о различных шкалах времени (в которых развертываются основные биологические события: метаболизм, развитие фенотипа, эволюционные преобразования). Эти представления развиваются также и Патти (стр. 177).

Как уже отмечалось, анализ основных постулатов теории эпигенеза приводит к выводу об особом значении законов, управляющих фенотипической изменчивостью организмов, для прогресса эволюционной теории в целом. Входить в детали этого очень интересного вопроса здесь нет возможности. Важно лишь подчеркнуть, что значение фенотипической изменчивости в эволюционном преобразовании популяций действительно до сих пор не оценено по заслугам в должной мере. В этом Уоддингтон бесспорно прав, и его идеи несомненно окажут положительное влияние не только на развитие эпигенетики и эволюционного учения, но и экологии². Однако мне трудно согласиться с тем, что теория генетической ассимиляции снимает остроту полемики с ламаркистами, так как не только конечный эффект, но и конкретный механизм «генетической ассимиляции» определяет роль фенотипической изменчивости в эволюции. Мне кажется также неправомерным утверждение о том, что Дарвин строил свою теорию на основе «случайной фенотипической изменчивости». Дарвин по понятным причинам не мог с необходимой точностью различать главные типы изменчивости и, как мне кажется, сознательно пользовался не слишком строгой терминологией, оставляя тем самым открытой возможность конкретизации и совершенствования своей теории.

Отношение Дарвина к проблемам наследственности лучше всего характеризует следующая фраза: «Этот вопрос темен, но, может быть, нам полезно определить глубину своего невежества» (Ч. Дарвин, соч., т. IV, стр. 639). Понятно, что эти замечания ни в коей мере не снижают исключительного значения взглядов Уоддингтона на современные проблемы эволюции. Остается добавить, что в соответствии со взглядами большинства советских дарвинистов одним из основных вопросов эволюционного учения

² Полагаю целесообразным привести следующую цитату. «Современная биологическая теория твердо придерживается представления о том, что главными факторами, вызывающими эволюционные изменения, служат случайные мутации и дифференциальное размножение; менее важную роль играют миграция и гибридизация (имеющая большее значение у растений), и практически никакой роли не играют наследственные изменения, возникающие под влиянием внешней среды. Наиболее важные новые данные, накопленные нами, касаются генетической структуры популяций организмов, в которых происходят эти процессы. Мы знаем, что степень генетической изменчивости в этих популяциях значительно выше, чем может показаться на первый взгляд. Мы знаем, что расщепление и рекомбинации представляют собой исключительно важный источник быстро создающейся изменчивости, хотя они в конечном счете зависят от фона, создаваемого случайными мутациями... Однако все эти представления, хотя они и имеют огромное значение для устройства арены, на которой должны действовать эволюционные теории, сами по себе не способствуют разрешению упомянутых выше основных проблем. Более того, мы уже могли убедиться, что если сводить эволюцию к эффективности размножения и к схеме Мальтуса, то наиболее существенные проблемы остаются в стороне» (Шварц, 1969, стр. 27). К этому следовало бы добавить, что и особенности этой арены, на которой развертываются эволюционные события, играют очень существенную роль в преобразовании и популяций, и видов. Исследование закономерностей этого процесса — задача эволюционной экологии.

он считает исследование адаптации³. Отсюда один шаг до анализа эволюционных явлений как явлений, протекающих в системе «организм — среда». Эта мысль развивается во многих статьях сборника, но особенно ясно выражена Патти. Он пишет: «...не существует такой единицы жизни, которую можно было бы назвать живой безотносительно к внешней среде» (стр. 178).

Почти все авторы сборника анализируют те перспективы, которые открывают перед биологией достижения современной физики, математики, кибернетики, но соблюдают при этом мудрую осторожность.

Симптоматично утверждение Уоддингтона: надежды на теорию систем остаются надеждами. Столь же самокритично подходит он к перспективам использования новых достижений современной биологии (точнее, ее молекулярного крыла), утверждая, что для развития теории молекулярная биология дает мало, и совершенно справедливо добавляет, что нет строгих доказательств возможности распространения выводов, сделанных на основе исследования низших форм жизни (излюбленные объекты современных экспериментальных биологов), на высшие организмы «неясно, можно ли синтез ферментов у бактерий сопоставлять с дифференцировкой высших организмов», стр. 102).

Отдавая должное этой поистине мудрой осторожности, хочется сделать одно замечание. Нет сомнения, что синтез идей классической биологии, молекулярной биологии, физики, кибернетики в конечном итоге приведет к такому прогрессу в развитии биологии как единой науки о жизни, который естественно выльется в создание теоретической биологии в строгом смысле слова. Но произойдет это в результате развития конкретных теоретических и экспериментальных исследований, оплодотворенных новыми идеями.

Здесь уместна историческая аналогия. В начале века возникновение научной генетики породило представление о возможности непосредственного выведения законов эволюции из законов наследственности. Отсюда «менделисты-антидарвинисты» и «дарвинисты-антименделисты» — явное порождение неразвитости и генетики, и эволюционного учения. Прошли годы. И в эволюционном учении, и в генетике укрепились новые представления. В результате — синтез идей генетики и дарвинизма, который привел к подъему эволюционной теории на более высокий уровень. Есть основания надеяться, что прогресс в области биологии организменного и надорганизменных уровней, молекулярной биологии, физики, кибернетики приведет к синтезу их идей, а не простому их взаимному «приспособлению» и к новому подъему теории биологии.

Представленный в рассматриваемой книге материал показывает, что время для создания теоретической биологии назрело. Подобному тому как теоретическая физика основывается на немногих, но в своей основе простых постулатах (постоянство скорости света, например), так и теоретическая биология может быть построена на определенных фундаментальных положениях. Эти положения призваны определить и сформулировать конкретные исследования в различных отраслях биологии: генетики и эмбриологии, популяционной генетики и популяционной экологии, биогеоценологии. Их анализ и синтез с помощью (но не под диктатом) современного логико-математического аппарата послужит основой теоретической биологии.

Мне кажется, что этот вывод, к которому левольно приходишь при осмысливании представленных материалов, имеет большое значение при определении стратегии современной биологии. В настоящее время, если исследования элементарных биологических явлений, исследования субклеточного уровня жизни находят непосредственный выход в большую теорию, то исследования высших уровней интеграции живой материи, связь которых с биологической классикой более тесная, как правило, ограничивается частными выводами. Эти частные выводы опять же, как правило, удовлетворяют исследователя, так как, не имея бросающейся в глаза связи с большой теорией, имеют непосредственный выход в практику. Нередко приходится слышать (читать — реже), что биология микроуровней сильна теорией, макроуровней — связью с практикой. Это представление ошибочно. Построение теоретической биологии возможно лишь на основе выводов «частных биологических дисциплин», отражающих законы жизни на всех уровнях ее организации. Рассмотренный сборник делает это очевидным. В этом его принципиальное значение.

С. С. Шварц

³ И здесь, как мне кажется, автор слегка «перегибает палку», утверждая, что проблеме адаптации Дарвин не уделял должного внимания. Читая Дарвина, приходишь к убеждению, что творец эволюционной теории сам процесс видообразования понимал как процесс освоения новых экологических ниш и более полного использования ресурсов старых, т. е. как процесс адаптации. Такая постановка вопроса была для него столь естественна, что он, видимо, не считал нужным ее подробно аргументировать. Это очень хорошо понимали ранние дарвинисты. Так, А. Вейсман в своих знаменитых «Лекциях по эволюционной теории» (1913) писал, что естественный отбор — это «саморегулирование вида в смысле его сохранения; результатом является непрерывное приспособление вида к условиям его жизни». Однако в трудах многих неodarвинистов адаптация действительно была отодвинута на задний план. Поэтому, несмотря на сделанное замечание, идея Уоддингтона об адаптации как основе эволюции весьма своевременна.