

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

СЕРИЯ «КИБЕРНЕТИКА —
НЕОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
И ВОЗМОЖНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ»

КИБЕРНЕТИКА ЖИВОГО

БИОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1984

К38 Кибернетика живого: Биология и информация.— М.: Наука, 1984.— 144 с., ил.— (Серия «Кибернетика — неограниченные возможности и возможные ограничения»).

В сборнике известные советские ученые освещают с кибернетических позиций новейшие достижения биологии. Показывается, как наука рассматривает сегодня проблемы информации в биологических системах. Подвергаются критике ненаучные подходы к их освещению.

Для широкого круга читателей.

Редакционная коллегия:

И. М. МАКАРОВ, член-корреспондент АН СССР
(председатель)

В. Г. АФАНАСЬЕВ, академик

Б. В. БИРЮКОВ, доктор философских наук

В. Д. ПЕКЕЛИС

Д. А. ПОСПЕЛОВ, доктор технических наук

И. С. УКОЛОВ, доктор технических наук

Редактор-составитель В. Д. ПЕКЕЛИС

Рецензенты: С. Н. ГОНШОРЕК, А. А. МАЛИНОВСКИЙ

ГЕНЕТИКА, ЭВОЛЮЦИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

Н. В. ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ

В нашем веке старая физическая картина мира, выражением которой можно считать известный лапласовский детерминизм, философски «адаптированный» в позитивизме Огюста Конта, сменилась совершенно новым взглядом. Он не имеет пока «официального названия» и его можно условно именовать квантоворелятивистским потому что основан он на современной квантовой теории и теории относительности.

Представим себе абсолютный лапласовско-контовский детерминизм: каждое мельчайшее движение содержится в некоей «формуле мира», которой мы сейчас не можем пользоваться только по неведению и недостаточности данных. Тогда свободы совести и свободы мнений не существует: любое верное утверждение, которое можно высказать, уже содержится в той формуле. И, например, писать статью тоже не имело бы смысла: просто надо было бы попросить математиков вывести из этой общей формулы — и еще несколько тысяч дополнительных, помогающих пользоваться главной, — то, о чем читатель узнает из настоящего текста.

Подобный детерминизм в сущности лишает смысла любую практическую деятельность: обществу не к чему стремиться, ибо все предусмотрено и предопределено единой формулой. Ясно, что нам, людям, в таком мире делать нечего.

Новая физическая картина мира принципиально отличается от описанной: дает людям простор для планирования наших индивидуальных, общественных, коллективных, социальных, политических, экономических действий, и в частности свободу совести. Это и есть один из главных результатов естествознания нашего столетия, не всеми осознаваемый. В биологии основным достижением было создание генетики.

Генетика в двадцатом веке появилась как запоздалое, но совершенно необходимое звено механизма эволюции, более ста лет тому назад увиденного гениальным Ч. Дарвином. Дарвин действительно увидел в природе принцип отбора и благодаря этому смог построить основы эволюционной теории. Самым названием своего главного труда — «О происхождении видов путем естественного отбора» — Дарвин предельно ясно показал, что эволюционная теория должна строиться на основе приложения принципа естественного отбора к «неопределенной изменчивости» — ненаправленному статистическому процессу, касающемуся как самых крупных, так и самых мелких признаков, живых организмов.

Именно на применении принципа естественного отбора к этой неопределенной изменчивости, которую Дарвин всюду видел в природе, он и построил теорию эволюции.

К сожалению, во времена Дарвина ничего не было известно об элементарном эволюционном материале. Цитологии практически не существовало, о хромосомах не знали, а главная работа Г. Менделя была опубликована позже основного труда Ч. Дарвина. Все это делало гигантское исследование Дарвина каким-то беспочвенным: в основе теории эволюции — «неопределенная изменчивость», ясного представления о которой не было.

В конце XIX — начале XX в. генетические правила Менделя были открыты вторично — в пяти странах на девятнадцати различных объектах. Это пресекало любые рассуждения о случайности этих явлений и свидетельствовало об общности менделевского механизма наследственности в живой природе. Только тогда можно было приступить к серьезному построению теории эволюции.

Напомним в этой связи о замечательной школе американских цитологов, созданной Э. Вильсоном (лучшей среди немецких, английских и американских научных школ), в которой в то время был закончен первый этап изучения цитологии мейоза, т. е. созревания половых клеток, и цитологии оплодотворения. В 1902 г. Вильсон напечатал в «Science» короткую заметку, где впервые обратил внимание научного мира на наблюдения своих сотрудников Сэттона и Мак-Клэнга: мейоз и оплодотворение есть не что иное, как цитологическое отображение гениальной гипотезы Менделя о наследственных факторах и чистоте гамет.

Судьба Менделя напоминает судьбу Дарвина. Дарвин ведь не создал эволюционного учения, как часто и необоснованно считают: это учение было известно задолго до него — оно фигурировало и у Аристотеля, и у Линнея, и у многих других; в этом у Дарвина было много предшественников. Гениальность его в том, что он первым увидел в природе принцип естественного отбора, естественнo-исторический механизм эволюции живых существ. Подобно этому гениальность Менделя не в том, что он открыл закон наследственности, как тоже часто и необоснованно утверждают: эти законы порознь были известны до работ Менделя в результате исследований в основном практиков-селекционеров (И. Г. Кельрейтера, Т. Найта, О. Сажре, Ш. Нодена и ряда других), а в том, что он впервые в экспериментальной биологии поставил продуманные эксперименты, смог точно учесть полученные результаты и сформулировал гипотезу чистоты гамет. Тем самым он дал ясную и неоспоримую интерпретацию тому, что было им получено в его опытах на горохе.

Работы Менделя и в особенности Дарвина могут быть, по-видимому, положены в основу будущего здания теоретической биологии.

* * *

В настоящее время теоретической биологии, сравнимой с теоретической физикой, нет. То, что сейчас порой так называют, еще с XIX в. известно как общая биология. Уже в начале нашего века были написаны труды по общей биологии, ставшие потом классическими. Это «Общая биология» М. Хартмана и «Общая зоология» А. Кюна в Германии, ряд книг Дж. Б. С. Холдейна и Дж. Хаксли в Англии, а также замечательный труд «Биологические основы зоологии» Владимира Михайловича Шимкевича в нашей стране. Эти книги до сих пор не устарели (заблуждаются те, кто считает, что Дарвин устарел; каждому биологу и сегодня полезнее прочесть еще раз книгу самого Дарвина, чем изданную полгода назад брошюру о нем). Позже появился прекрасный курс общей биологии Л. Я. Бляхера, а в последние десятилетия особeнным успехом пользуется переведенная на многие языки книга К. Вилли «Биология».

Теоретической биологии сегодня нет — или не было до самого последнего времени, — потому что нет (или не было до самого последнего времени) общих естественно-

исторических биологических принципов, сравнимых с теми, которые уже давно — начиная с XVIII в. — существуют в физике. Сейчас можно говорить, по-видимому, лишь о двух таких общих принципах в биологии.

Первым таким принципом (известным уже более столет) является, несомненно, принцип естественного отбора. Вспыхивающие иногда споры о том, сохраняет ли силу этот дарвинский принцип или его следует заменить каким-то другим, не выдерживают серьезной критики. «Нормальным» биологам не приходится спорить о естественном отборе. Разве только не искушенные в биологии математики могут всерьез утверждать и доказывать, что природа в своем развитии могла бы обойтись без естественного отбора.

В биологии уже есть и второй естественноисторический общий принцип, хотя пока менее известный, чем принцип естественного отбора.

В конце 20-х — начале 30-х годов благодаря идеям сначала М. Дельбрюка, а потом П. Дирака (одного из членов знаменитого копенгагенского клуба физиков и математиков, сгруппировавшихся вокруг Н. Бора) и исходя из созданной Н. К. Кольцовым физико-химической модели хромосом и генов, ученые увидели, что всюду, где происходит размножение живых существ, построение ими себе подобных рядом, имеет место репликация молекул. В отличие от роста кристаллов, где тоже происходит репликация молекул, эти присущие лишь живому процессы репликации называли редупликацией. Одно из главных проявлений жизни состоит не в том, что нарастает масса живого, а в том, что множится число элементарных индивидов, особей. При этом некое элементарное существо строит себе подобное и отталкивает его от себя, давая начало новому индивидууму. Этот процесс целесообразно называть не просто размножением, а именно редупликацией.

После возникновения в XX в. генетики постепенно было выяснено, что у всех живых организмов существует спонтанный мутационный процесс, что мутации наследственны и что они посредством редупликации передаются следующим поколениям. Обсуждая с Дельбрюком и Дираком возможность формулировки связанного с этим явлением общебиологического исторического принципа, мы придумали выражение, по-моему очень удобное, — конвариантная редупликация, т. е. редупликация живых частей, включающая наследственные вариации. Стало ясно,

что конвариантная редупликация дискретно построенных кодов наследственной информации, по-видимому, является вторым общебиологическим естественноисторическим принципом.

Очевидно, что эта его формулировка еще недостаточно строга и совершенна; следует еще немного поспорить и подумать. Однако уже и сейчас ясно, что на сегодня установлены два общебиологических естественноисторических принципа: принцип естественного отбора и тот, который пока предварительно можно назвать принципом конвариантной редупликации дискретных кодов наследственной информации, передаваемых от поколения к поколению.

* * *

Сегодня мне кажется возможным предложить для обсуждения еще один естественноисторический биологический феномен, весьма перспективный для формулировки третьего биологического принципа. Этот феномен касается проблемы так называемой прогрессивной эволюции.

Пока нет не только строгого или точного, но даже мало-мальски приемлемого, разумного, логичного понятия прогрессивной эволюции. Биологи до сих пор не удосужились сформулировать, что же это такое.

На мой взгляд, вопрос должен ставиться так: обязательна ли прогрессивная эволюция при долговременном действии естественного отбора или нет; другими словами, обязательно ли длительное действие естественного отбора приводит к прогрессивной эволюции? Тут возникает настоящая научная математическая проблема в биологии. Пока большая часть математической биологии, или биологической математики, мало что дает для развития биологии. Одно умение работать с математическими формулами не ведет к углубленному пониманию существа биологических процессов.

Приведу характерный пример. В конце 20-х и середине 30-х годов я участвовал в разработке основ современной физико-химической формы интерпретации принципов попадания, мишени и усилителя в радиобиологии. Тогда в Германии был Институт физики металлов, где работала группа ученых, заинтересовавшихся применением математических принципов в радиологии. Было опубликовано около 20 небольших статей, в каждой из которых было в среднем 20 формул, малопонятных для биологов. Отчасти по моей инициативе удалось заинтересовать в этой

работе М. Дельбрюка, первоначально «чистого» физика и математика, ученика М. Борна и Н. Бора, а также В. Гейзенберга. Приблизительно после года работы нашего коллоквиума в Берлин-Бухе при глубоком проникновении в существо явлений и понимании описываемых процессов удалось свести среднее число формул в последующих публикациях с 20—25 до 2—3. Очень крупный французский математик А. Пуанкаре говорил — я потом то же самое слышал от Н. Бора, — что если человек не понимает проблему, он пишет много формул, а когда, наконец, поймет, в чем дело, остается в лучшем случае две формулы.

Итак, для решения проблемы, ведет ли естественный отбор, продолжающийся практически бесконечно долго, обязательно к прогрессивной эволюции или не ведет (хочется думать, что ведет), на мой взгляд, нужен замечательный математик или даже группа замечательных математиков, являющихся в то же время глубокими мыслителями. Видимо, нужно найти какие-то математические методы, с помощью которых можно было бы решить этот вопрос более или менее точно. От его решения зависит, получим ли мы третий естественнонаучный принцип в биологии, который можно было бы использовать для построения теоретической биологии. Я принимал деятельное участие в формулировке второго принципа. Что же касается третьего принципа, я считаю, что сегодня никто не может дать серьезный ответ на вопрос, ведет ли отбор автоматически к прогрессивной эволюции.

* * *

Прежде чем передать эту проблему для решения математикам, нам, биологам, предстоит, во-первых, сформулировать, что же такое прогрессивная эволюция, а во-вторых, выяснить, возможны ли различные ее типы. На нашей планете осуществлены разные пути эволюции. Сложился тот механизм высшей нервной деятельности, который присущ человеку, но возник и замечательный строй общественных насекомых. Какой была бы жизнь на Земле, если бы победителями и в известной степени царями природы стали бы общественные насекомые! Не было бы, например, таких понятий, как мораль и героизм: для жалящей и погибающей пчелы нет никакого героизма в этом поступке, она, пчела, к тому и предназначена и обладает специальными приспособлениями. Не было бы этических понятий и возвышенных катего-

рий, которые есть и будут всегда, пока на Земле живут люди, имеющие свободу выбора и принятия решений.

Нам, биологам, следует строго и точно сформулировать (определить) ряд понятий, которыми предстоит воспользоваться при формулировании общих естественно-исторических принципов, необходимых для построения теоретической биологии. После этого наступит период, когда придется продумывать самые различные общие схемы построения возможной теоретической биологии — науки, которая была бы не просто «общей биологией».

Потребуется ли при этом формулировка других (кроме трех названных выше) общих биологических принципов, покажет будущее. Однако уже сейчас можно предвидеть, что первой задачей теоретической биологии станет оценка эволюционной теории. Если она будет решена, биологам откроется возможность рассмотреть и понять, какие условия, какие дополнительные воздействия направляют и формируют прогрессивную эволюцию, создаваемую естественным отбором.