



ЗНАНИЕ-СИЛА

6/81

ISSN № 0130-1640

НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ — НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ

ТРЕТЬЯ ТОЧКА ОПОРЫ

Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский — младший коллега создателей замечательной русской школы генетиков Н. К. Кольцова, С. С. Четверикова, Н. И. Вавилова. Он свидетель и активный участник многих революционных событий в биологии XX века, его имя стоит в ряду имен тех, кто сформулировал принципы современного дарвинизма — синтетической теории эволюции. Николаю Владимировичу посчастливилось быть непосредственным наблюдателем того, как рождалась сегодняшняя послеейнштинская физика, — он был членом знаменитого копенгагенского кружка Нильса Бора. Многие академики мира избрали его своим действительным или почетным членом. Н. В. Тимофеев-Ресовский скончался, когда этот его материал готовился к печати.

Председатель Московского отделения
Всесоюзного общества генетиков и селекционеров
имени Н. И. Вавилова
В. И. ИВАНОВ.

В нашем веке старая физическая картина мира, выражением которой можно считать детерминизм в стиле Огюста Конта, заменилась совершенно новой общей физической картиной мира. Эта новая картина мира пока не имеет официального названия, и ее можно условно назвать квантово-релятивистской, потому что она построена на современной теории квантовой физики и теории относительности.

Новая картина мира принципиально отличается от старой. Старая физическая картина мира была очень неудобна людям, во всяком случае, многим из нас. Представим себе абсолютный огюст-контский детерминизм: каждое мельчайшее движение содержится в мировой формуле, которой мы сейчас не можем пользоваться только по неведению и недостаточности данных. Нет свободы совести и свободы мнения: любое мнение, которое можно высказать, уже содержится в этой знаменитой формуле, и потому, например, писать эту статью тоже не имело бы смысла, просто надо собрать побольше математиков и разработать эту общую формулу, и еще несколько тысяч дополнительных, которые помогут пользоваться этой главной. Такой детерминизм в сущности определяет бессмысленность любой практической деятельности; обществу не к чему стремиться, так как все предусмотрено и предопределено формулой. Нам, людям, в этом мире делать было бы нечего.

Новая физическая картина мира в этом отношении принципиально отличается. Она дает нам жить, дает людям свободу для планирования индивидуальных, общественных, коллективных, социальных, политических, экономических действий и, в частности, свободу совести, без которой нельзя жить. Это и есть главное достижение естествознания нашего столетия, не всеми сознаваемое. Кроме того, в нашем столетии были и другие достижения. В биологии главным достижением было создание генетики.

Генетика в нашем веке появилась в качестве запоздалого, но совершенно необходимого звена механизма эволюции, более ста лет назад увиденного гениальным Ч. Дарвином. Дарвин действительно у и д е л в природе принцип отбора и благодаря этому смог построить основы эволюционной теории. Дарвин назвал свою главную книгу «Происхождение видов путем естественного отбора», тем самым предельно ясно дав понять, что эволюционная теория должна строиться на основе приложения принципа естественного отбора к тому, что он назвал «неопределенной изменчивостью», — к ненаправленной, статистической изменчивости, касающейся как самых крупных, так и самых мелких признаков.

На приложение принципа естественного отбора к этой неопределенной изменчивости, которую он всюду видел в природе (а смотреть он умел и видел очень многое, чего до него не видели), он и построил теорию эволюции.

К сожалению, во время Дарвина ничего не было известно об элементарном эволюционном материале. Цитологии практически не существовало, хромосом никто не знал, и главная работа Менделя была опубликована позже основной книги Дарвина. Все это делало гигантскую работу, произведенную Ч. Дарвином, какой-то беспочвенной: в основе теории эволюции была «неопределенная изменчивость», которую никто ясно себе не представлял.

В самом конце XIX — начале XX века произошло вторичное открытие менделевской работы в пяти различных странах на девятнадцать различных объектах. Это с самого начала позволяло прекратить рассуждения о случайности и единственности этих явлений и сразу показало всеобщность менделевской наследственности в живой природе. Только тогда можно было начать разговоры о серьезном построении теории эволюции на генетической основе.

Необходимо напомнить в этой связи о замечательной школе американских цитологов Э. Уилсона. В этой школе, лучшей среди других немецких, английских и американских школ, в то время был закончен первый этап формирования цитологии мейоза, то есть созревания половых клеток, и цитологии оплодотворения. Так вот, Уилсон в 1902 году напечатал коротенькую заметку. В ней он первым обратил внимание на наблюдения У. Сэттона и Мак-Клэнга, работавших в его лаборатории, что описание мейоза и оплодотворения есть не что иное, как цитологическое отображение гениальной гипотезы Г. Менделя о наследственных факторах и чистоте гамет.

Судьба Г. Менделя — мне уже пришлось это отмечать ранее — напоминает судьбу Ч. Дарвина. Дарвин ведь не создал эволюционное учение, как это часто и необоснованно считают популяризаторы: это учение было известно задолго до Дарвина и создавалось и Аристотелем, и Линнеем, и многими другими, в этом у Дарвина было много предшественников. Гениальность Ч. Дарвина была в том, что он первым увидел в природе принцип естественного отбора, естественноисторический механизм эволюции живых существ. Гениальность Г. Менделя не в том, что он открыл законы наследственности, как это часто и необоснованно считается, — эти законы поролись были известны до работ Г. Менделя в результате исследований селекционеров (И. Г. Кельрейтера, Т. А. Найта, О. Сажре, Ш. Нодена и ряда других). Гениальность Г. Менделя была в том, что он первым в экспериментальной биологии проводил точные и продуманные эксперименты, смог точно учесть полученные результаты и сформулировал гипотезу наследственных факторов и чистоты гамет. Тем самым он дал ясную и неоспоримую интерпретацию тем результатам, которые он получил в своих опытах с горохом.

Работы Г. Менделя и в особенности Ч. Дарвина могут быть, по-видимому, положены в основу будущего здания теоретической биологии, которая пока отсутствует.

Чтобы прояснить дальнейшие рассуждения, придется сделать два отступления и напомнить о том, как возникли понятия о популяциях живых организмов и о мутационном процессе.

В начале нашего века русским зоологом, в основе энтомологом С. С. Четвериковым подчеркнуто, во-первых, то, что в природе все виды живых организмов реально представлены не отдельными изолированными особями, а в форме совокупностей разного (иногда очень большого) числа особей — популяций, а также, во-вторых, то, что численность особей во всех популяциях живых организмов подвержена в разной степени выраженным большим флуктуациям.

Четвериков в свое время назвал такие количественные флуктуации численности особей в популяциях «волнами жизни», а в конце двадцатых годов я предложил называть их «популяционными волнами» (для избежания «романтического» прикуса при переводе на иностранные языки).

Эти природные популяции живых организмов и явились впоследствии материалом для генетического анализа механизмов эволюционного процесса.

В нашем веке, начиная с самого конца XIX века, произошло, собственно, довольно курьезное явление: большинство крупных биологов-эволюционистов и — тогда еще молодые, но впоследствии ставшие знаменитыми классиками — генетики как-то друг друга проглядели. Генетики (они

были заняты сверх меры своими экспериментальными работами, которые и повели к быстрому и пышному расцвету экспериментальной, теоретической и прикладной генетики) очень мало интересовались развитием и дальнейшей судьбой эволюционного учения, а классические биологи-эволюционисты (из которых многие были умными крупными учеными) как-то просмотрели появление и развитие генетики как новой и быстро развивающейся количественно и качественно научной дисциплины в области биологии, начавшей наконец поставлять и изучать элементарный материал эволюционного процесса (мутации и их комбинации). Генетики очень скоро выяснили, что у всех изученных живых организмов (микроорганизмов, растений и животных) спонтанно, то есть без всякого вмешательства человека, просто в свободной окружающей нас природе протекает мутационный процесс, затрагивающий отдельные гены, хромосомы и геномы. Эволюционисты же в начале нашего столетия проглядели, что генетика изучает как раз ту наследственную изменчивость, природа которой была не известна во время Дарвина. Дарвин, принимая в качестве материала, на который воздействует естественный отбор, наследственную изменчивость всех живых организмов, случайную, мелкую наследственную изменчивость, протекающую в разных направлениях, назвал ее «неопределенной изменчивостью». Развивающаяся генетика избрала основным материалом своих исследований как раз ту «неопределенную изменчивость», точного значения и природы которой так не хватало в дарвиновские времена, и поощряла многие нападки на дарвинизм.

Исторически мы потом уже смогли восстановить, что еще начиная с Линнея и Кельрейтера, в XVIII веке, селекционеры (не официальные университетские биологи, а прикладные биологи) в своей селекционной работе наблюдали возникновение мутаций. Но Де Фриз был первым, кто в первые годы XX века на массовом материале количественно изучил мутационный процесс (правда, он его не совсем правильно, корректно интерпретировал). Но когда выяснилось, что спонтанный мутационный процесс в той или иной степени интенсивности протекает у всех живых организмов, затрагивая любые признаки и свойства, то стало ясно, что в нем мы имеем то, чего не хватало Дарвину. И тогда мы дальше узнали, что спонтанный мутационный процесс — в общем та же неопределенная и статистически случайная, в основном мелкая вариация различных признаков и свойств живых организмов, мы увидели, что вместе с появлением «правила Четверикова» (о популяциях, составляющих естественные природные элементарные сообщества, на которые подразделяются все виды живых организмов) наличие мутационной спонтанной изменчивости дает нам возможность по-новому изучать возникновения эволюционного процесса.

В результате с конца двадцатых годов нашего века интенсивно начала развиваться сперва на дрозофиле, а потом еще на ряде объектов специальная дисциплина — популяционная генетика, собирающая материал о генетическом составе природных популяций и экспериментирующая с лабораторными популяциями.

Интенсивное развитие популяционной генетики, возможность сформулировать точно и определенно элементарный эволюционный материал и сформулировать далее основные элементарные эволюционные факторы, воздействующие на элементарный эволюционный материал, дало возможность сперва теоретически, а затем и на ряде практических примеров в природных популяциях изучать исходные процессы, ведущие к тому, что должно лежать в основе любого начала эволюционного процесса: изменение генотипического состава популяции.

В первых десятилетиях нашего века экспериментальной генетикой на отдельных удобных объектах занялись классики-эволюционисты, ботаники и зоологи старшего поколения. Они провели громадную экспериментальную генетическую работу, существенно помогли в построении новой науки — генетики. Но странно, став генетиками, они возбудили вопрос, который до сих пор бродит среди генетиков и биологов разных толков, — вопрос о том, можно ли применить хорошо к настоящему времени изученные механизмы работы микроэволюционных процессов к объяснению всех явлений и форм макроэволюции**.

Такие крупные зоологи, как Вольтерек, работавший на ветвистоусых рачках Cladocera, Гольдшмидт, работавший на шелкопрядах из рода *Litania*, а также ряд крупных палеонтологов, стали утверждать, что, по их мнению, для объяснения и понимания протекания макроэволюционных процессов, создающих всю замечательную разнообразную, цветистую картину эволюции живых форм на нашей планете, необходимо

* Происходящих внутри вида, в популяциях и ведущих к видообразованию.

** Происхождение родов, семейств и т. д.

привлечение других каких-то факторов. Эти новые факторы должны дополнить элементарные факторы. Мнения этих заслуженных биологов имели свое неизбежное влияние на более молодых среди зоологов, ботаников, занимавшихся уже профессионально генетикой, и особенно тех генетиков, которые не были собственно генетиками, а соответственно — математиками, физиками или биохимиками, и которые занимались применением математических и химических методов в экспериментальной и теоретической генетике.

Возник вопрос о том, можно ли считать единицы, связанными и непрерывными микро- и макроэволюционные процессы.

Вскоре вопрос о единстве или разобщенности микро- и макроэволюционных процессов дополнился и осложнился возрождением старого вопроса о моно- или полифилии* в эволюции живых организмов, населяющих нашу Землю. После периода явного превалирования монофилиетических представлений о развитии живых организмов из сходных и единых по своей природе, исходных конвариантно, редуцирующихся уже не веществ, а существ, опять-таки появляется мнение заслуженных классиков палеонтологии, сравнительных морфологов, сравнительных физиологов о более вероятном полифилиетизме в эволюции живых организмов на Земле.

Дело будущих историков биологии разобраться в том, какими путями и средствами встретились вопросы о моно- и полифилии, о единстве или разобщенности микро- и макроэволюционных процессов. Утверждение о большей вероятности полифилиетического хода эволюции связалось с точкой зрения о неопределимости поисков специфических факторов, определяющих макроэволюционные процессы в отличие от микроэволюционных. Естественно, что при полифилиетическом представлении о происхождении живых организмов требуются дополнительные факторы, объясняющие не только аналогии, но и гомологии между представителями эволюционного процесса в разных группах.

Я лично так же, как и целый ряд других биологов, придерживаюсь монофилиетической точки зрения на развитие живой природы на нашей планете. Она проще, не требует странных добавочных объяснений о возникновении далеко идущих аналогий в разных отдаленных группах живых организмов и удобнее для интерпретации и классификации явлений макроэволюции живых организмов. Но для того, чтобы представить себе единство микро и макроэволюционных механизмов, нужно до полной ясности и чистоты высказать представление о том, что же происходит основного в эволюции. И тут полезно еще раз вспомнить заглавие книги одного из крупнейших и умнейших людей после эпохи Возрождения — Ч. Дарвина. Ведь он назвал свою книгу не «Естественный отбор», а «Происхождение видов естественного отбора», так как «происхождение видов» и Ч. Дарвину казалось чрезвычайно важным этапом в эволюции. Поэтому он и назвал так книгу, в которой показал главенствующую роль естественного отбора в происхождении видов.

Граница между микроэволюцией и макроэволюцией, как чувствовал и как, в сущности, писал Ч. Дарвин, — это видообразование, происхождение новых видов. С возникновением в результате микроэволюционных процессов в пределах любого отдельного вида новых видов — путем биологической изоляции одной или нескольких популяций от остальных — начинается не внутривидовая, а межвидовая эволюция.

Исходные, постоянно работающие во всех видах живых организмов процессы одни и те же — это микроэволюционные процессы. Появление в результате работы микроэволюционных процессов все новых и новых биологически изолированных форм приводит только к усилению дивергенции этих форм друг от друга, иногда к резкому расширению приспособительных возможностей и способностей новых форм по сравнению с одной исходной к различным условиям.

Таким образом, первая треть двадцатого века прошла в биологии под знаком синтеза генетики и эволюционного учения, и это привело к столь бурному развитию обеих дисциплин, что отдельные энтузиасты стали всерьез поговаривать, что биология из науки описательной, экспериментальной, превращается в науку теоретическую.

Однако пока никакой теоретической биологии — сравнимой с теоретической физикой — нет. То, что сейчас порой называется теоретической биологией, с XIX века известно как общая биология. Уже в начале нашего века были созданы ставшие потом классическими книги по общей биологии: «Общая биология» М. Хартмана и «Общая зоология» А. Кюна в Германии, ряд книг

Дж. В. С. Холдейна и Дж. Хаксли в Англии, а также замечательная книга «Биологические основы зоологии» Владимира Михайловича Шимкевича у нас. Эти книги до сих пор не устарели — хорошие книги не стареют. Заблуждают те, кто считает, что Дарвин устарел. Каждому биологу и сегодня полезнее прочесть еще раз книгу самого Дарвина, чем изданную полгода назад брошюру о Дарвине. Позже появился прекрасный курс общей биологии Л. Я. Бляхера, а в последние десятилетия большим 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 естественноисторических, биологических принципов, сравнимых с теми, которые уже давно, начиная с XVIII века, существуют в физике. Сейчас можно пока говорить, по-видимому, лишь о двух таких принципах в биологии.

Первым таким принципом, известным уже более ста лет, является, несомненно, как это ясно из предыдущего, принцип естественного отбора. Вспыхивающие иногда споры о том, годится ли дарвиновский принцип естественного отбора или его необходимо заменить каким-то другим, не выдерживают серьезной критики. Нормальным биологам не приходится спорить о естественном отборе, это примерно то же самое, что утверждать, будто оброненный стакан падает на потолок, а не на пол. Разве только неискушенные в биологии математики могут всерьез утверждать и доказывать, что природа могла бы обойтись без естественного отбора в своем развитии.

В биологии уже есть и второй естественноисторический всеобщий принцип, хотя о его существовании пока менее известно, чем о естественном отборе.

В конце двадцатых — начале тридцатых годов мы с М. Дельбрюком, а потом П. Дираком (одним из членов знаменитого копенгагенского клуба замечательных физиков и математиков, сгруппировавшихся вокруг Н. Бора), исходя из созданной Н. К. Кольцовым физико-химической модели хромосом и генов, увидели, что всюду, где какие-то элементарные существа размножаются, строят себе подобные рядом, — всюду имеется репликация* молекул. В отличие от процесса роста кристаллов, где тоже есть репликация молекул, мы назвали эти присущие живому процессы репликации 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 появления на свет в XX веке генетики постепенно стало ясно, как уже сказано выше, что у всех живых организмов существует спонтанный мутационный процесс, что мутации наследственны и что они посредством редупликации передаются следующим поколениям живых существ. Обсуждая с М. Дельбрюком и П. Дираком возможность формулировки связанного с этим явлением общебиологического исторического принципа, мы придумали выражение, по моему, очень удобное: конвариантная редупликация, то есть редупликация живых частей, включающая наследственные вариации. В разговорах и спорах стало ясно, что конвариантная редупликация дискретно построенных кодов наследственной информации, по-видимому, является вторым общебиологическим естественноисторическим принципом.

Мне кажется, что эта формулировка второго общебиологического принципа еще недостаточно строга и совершенна, — нужно еще немного поспорить и подумать. Однако уже и сейчас ясно, что мы все же имеем сегодня два общебиологических естественноисторических принципа.

Но для устойчивости, как известно, лучше иметь минимум три точки опоры. Сегодня кажется возможным предложить для обсуждения еще один естественноисторический биологический феномен, как весьма перспективный для формулировки третьего биологического принципа. Этот феномен касается большого места всех биологов — проблемы так называемой прогрессивной эволюции.

Пока нет не то что строгого или точного, но даже мало-мальски приемлемого, разумного, логичного понятия прогрессивной эволюции. Биологи до сих пор не удосужились сформулировать, что же такое прогрессивная эволюция. На вопрос, кто прогрессивнее — чумная бацилла или человек, до сих пор нет четкого ответа.

На мой взгляд, вопрос ставится так: обязательна ли прогрессивная эволюция при долговременном действии естественного отбора или нет; другими словами, обязательно ли длитель-

ное 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. Такие математики больше нас, биологов, знают способов анализа и обращения с математическими формулами. Однако, как правило, это отнюдь не ведет к углубленному пониманию существа биологических процессов. Приведу один характерный пример. В конце двадцатых — середине тридцатых годов я имел честь и удовольствие участвовать в разработке основ современной физико-химической формы интерпретации принципов попадания мишени и усилителя в радиобиологии. Тогда в Германии был Институт физики, где работала группа ученых, заинтересованных в применении строгих математических принципов в радиологии. Они опубликовали около тридцати научных статей, в каждой из которых находилось в среднем около двадцати формул, малопонятных для биологов. Отчасти по моей инициативе удалось заинтересовать в этой работе Макса Дельбрюка, первоначально чистого физика и математика, ученика Макса Борна и Нильса Бора, а также удалось заинтересовать В. Гейзенберга и М. Борна. После примерно года работы нашего коллоквиума в Берлин-Бухе удалось среднее число формул в последующих публикациях свести с 20—25 до двух-трех при более глубоком проникновении в существо явлений и понимании описываемых процессов. Говорят, что очень крупный французский математик Пуанкаре говорил — я потом то же самое слышал от Нильса Бора, — что если человек не понимает проблему, он пишет много формул, а когда он 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 вопрос более или менее окончательно и точно. От решения этого вопроса 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, но сейчас считаю, что не только я, но никто не может всерьез сегодня ответить на вопрос, ведет ли отбор автоматически к прогрессивной эволюции.

Прежде чем передать эту проблему для решения в руки математиков, нам, биологам, предстоит, во-первых, сформулировать, что же такое прогрессивная эволюция, а во-вторых, выяснить, возможны ли разные типы прогрессивной эволюции. Так, мы знаем минимум два типа высшей нервной деятельности: наш, который можно назвать условнорефлекторным, и другой — характерный для насекомых, который можно назвать безусловнорефлекторным. Разве не замечателен строй общественных насекомых? Как отличалась бы жизнь на Земле, если бы победителями и в известной степени царями природы стали бы не мы, люди, а общественные насекомые! Не было бы, например, таких вещей, как мораль и героизм: с точки зрения жальца и погибающей от этого пчелы нет никакого героизма в этом поступке, она, пчела, к этому поступку и предназначена и обладает специальными приспособлениями. Не было бы этики и других возвышенных вещей, которые есть и будут всегда, пока на Земле живут люди со свободной волей.

Нам, биологам, нужно строго и точно сформулировать, а если окажется возможным, то и определить, ряд понятий, которыми предстоит воспользоваться при формулировке общих естественноисторических принципов, нужных для построения теоретической биологии. После этого наступит период, когда придется продумывать самые различные общие схемы построения возможной теоретической биологии, которая была бы не просто общей биологией.

Потребуется ли формулировка других — кроме трех названных выше — общих биологических принципов для построения теоретической биологии, покажет будущее. Однако уже сейчас можно предвидеть, что первой задачей теоретической биологии станет оценка эволюционной теории. Биологам тогда откроется возможность рассмотреть и понять, какие условия, какие дополнительные воздействия будут направлять и формировать характер той прогрессивной эволюции, которая будет создаваться естественным отбором.

* Едином или множественных корнях эволюционного древа.

* Умножение.