

Собеседник

Тимофеев-Ресовский Николай Владимирович

Ведущие

Дувакин Виктор Дмитриевич, Радзишевская Марина Васильевна

Дата записи

Беседа записана 22 августа 1977 и опубликована 7 февраля 2019.

Введение

В двенадцатой беседе Н. В. Тимофеев-Ресовский размышляет о фундаментальных основах биологии и науки вообще. Продолжая рассказ о популяционной генетике, он формулирует базовые понятия теоретической биологии и свои представления об устройстве жизни на Земле.

Отвечая на вопрос Дувакина о Лысенко, он возмущенно характеризует всю так называемую «мичуринскую биологию» как антинауку, принесшую колоссальный вред стране.

Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский: В прошлый раз я закончил, так сказать, начало популяционной генетики, рассказал, как дошли мы до необходимости экспериментального изучения популяционной генетики, то есть генетического состава популяций. Я сказал, что сегодня продолжу это в направлении постепенного развития того, что мы называем изучением микроэволюционных процессов, а Хаксли назвал синтетической эволюцией, то есть осуществлением того, о недостатке чего я уже несколько раз говорил: о разрыве между новой наукой генетикой и классическим дарвинизмом. Вот он осуществился, вернее, начал осуществляться с конца 20-х годов и сейчас, до известной степени, находится уже в полном своем развитии, хотя развивается все далее и далее.

Так вот, популяционная генетика, как я в прошлый раз уже говорил, достаточно четко, ясно и кратко сформулированная Сергеем Сергеевичем Четвериковым в его классической работе «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики», как я опять-таки говорил уже в прошлый раз, не нашла достаточно близкого контакта с теми, кому следовало бы в первую очередь заинтересоваться этими контактами, а именно у зоологов и ботаников, эволюционистов-дарвинистов. Они продолжали *ex cathedra*¹, значит, обучать студентов так называемым основам эволюционного учения, которое у нас принято называть дарвинизмом. Кстати, надо заметить, в качестве курьеза, что в длительную эпоху, когда у нас дарвинизм подменили воинствующим, совершенно внеучным антидарвинизмом под названием «учение Лысенки»...

¹ *Ex cathedra* (лат.) — с кафедры, т.е. авторитетно, непререкаемо.

Виктор Дмитриевич Дувакин: Мичурин...

Н. Т.-Р.: ...«мичуринская биология» и так далее — все это продолжало называться дарвинизмом, хотя было совершенно откровенным, махровым антидарвинизмом внеучного толка и направления. Ну, сейчас эта эпоха у нас, слава богу, более-менее кончилась, оставив после себя, конечно, досадную брешь. Ведь целое поколение, целых два поколения в сущности, студентов обучались не только в различных вузах бесконечных различных специальностей, которых у нас много, вплоть до университетов, даже столичных, черт знает чему. Просто надо сказать, черт знает чему их учили: различным внеучным формам антидарвинизма.

Биологи, увлекшиеся генетикой

Но в конце 20-х и в начале 30-х годов, до конца 30-х годов, у нас ничего этого не было. За границей такого антидарвинизма вообще никогда не было, и тем не менее профессора-дарвинисты, зоологи и ботаники, продолжали не замечать развитие генетики. И не заметили вовремя и работы Четверикова, не заметили начало, действительно количественно огромное начало экспериментальных популяционно-генетических работ в нашем отечестве и в Америке. В особенно большом масштабе начали проводиться экспериментальные работы в области популяционной генетики, главным образом на различных видах дрозофил.



Но, конечно, в любой специальности, тем более в такой симпатичной специальности как биология, даже среди профессоров встречаются люди умные и настроенные, как иногда принято говорить, прогрессивно, то есть с интересом к чему-то для них новому.

Вот такие нашлись и среди биологов. У нас такими, помимо Кольцова и Четверикова (ну, Четвериков — младшее поколение, тогда профессором еще не был), Ивана Ивановича Шмальгаузена, ботаника Тахтаджяна, пожалуй, никого из более заметных-то и не было. Ну, а за границей оказались, во-первых, два очень активных, очень интересных и очень талантливых англичанина, оба зоологи, Холдейн и Хаксли, которые были не профессиональными генетиками, в особенности Хаксли, а так сказать общими зоологами. Хаксли преимущественно занимался экспериментальной зоологией, экспериментальной морфологией, проблемами относительного роста у животных, сходными вещами. Холдейн же был вообще любопытный, очень универсальный такой биолог. Он занимался всякой всячиной. Был знаменит тем, что в каждый данный момент занимался не тем, чем должен был заниматься. Когда он занимал кафедру биохимии, он занимался биометрией, когда попал на биометрическую кафедру Пирсона, он занялся биохимией, нет, простите, занялся генетикой как раз. Когда попал в генетический, собственно, в Лондоне, прикладной ботанический сад, где от него ожидали как раз развернутых экспериментальных ботанико-генетических работ, он занялся биохимией и биометрическим анализом человеческих популяций с целью изучения генетики, в основном, так сказать, человеческих болезней, но человека, отнюдь не растений. Вот так он вел всю жизнь, занимаясь не тем, чем должен был. И это было, наверное, правильно. Я думаю, что настоящему крупному ученому так и надлежит: заниматься не тем, чем велят заниматься, а заниматься тем, что, вот, поперло в данный момент. Так вот действовал Холдейн.

Еще ряд английских зоологов заинтересовались генетикой. В Германии кое-кто из зоологов, например, орнитолог и малаколог² Ренш, в сущности профессор зоологии. Знаменитый профессор зоологии Альфред Кюн специально занялся не на дрозофиле, а на очень интересной бабочке из группы микролепидоптер *Ephestia kuehniella*, такой моли мучной, экспериментальной генетикой морфофизиологических типов рисунков, крыльев в основном. В результате развил очень интересное направление феногенетики и кроме того, как крупнейший в Германии профессор зоологии, заведующий кафедрой зоологии Гёттингенского университета, внедрил совершенно современное и грамотное общее генетическое представление в свой курс общей зоологии и в свои учебники, как краткие и популярные, так и в редактируемый им основной немецкий *Handbuch* «нрзб» по зоологии для университетов. Кое-кто из американских зоологов и палеонтологов, в особенности Симпсон, заинтересовались всерьез генетикой и всерьез начали понимать, иногда не сразу и путем сперва неправильных подходов, но постепенно выправляясь, подходили к правильному пониманию значения генетики в общем эволюционном учении. Во всяком случае, поняли, что без генетики, без знания генетики, без критической

оценки достижений генетики, так сказать, дальнейшее развитие и творческий рост так называемого дарвинизма, собственно общей теории эволюции, просто невозможен.

² Малакология — раздел зоологии, изучающий мягкотелых или моллюсков.

Роль нас, ставших уже профессиональными генетиками, в основном дрозифилистами, как моей, тогда уже берлинской группы 25-го года, так и московской группы Кольцовского института, так, наконец, и ленинградской школы Филипченко, которая потом перешла к Карпеченко (к Владимирскому, а затем к Карпеченко), заключалась в том, что мы с успехом начали пропаганду и внедрение генетических идей (и в том числе, в первую очередь, может быть, идей популяционной генетики) в умозрение, в менталитет профессоров-биологов, читавших курсы зоологии, ботаники и в особенности у нас так называемые курсы дарвинизма. У нас довольно рано появилась в университетах специальная кафедра дарвинизма, задачей которой было читать лекции и всячески преподавать, значит, путем демонстрационных практикумов и так далее, специальных отдельных курсов, эволюционное учение. Я уже упоминал, что любопытно, что когда у нас махровым цветом расцвел антидарвинизм во всей советской биологии, то он продолжал называться дарвинизмом.

О мичуринской биологии

В. Д.: Николай Владимирович, вы так, в скобках, поясните (вряд ли стоит отдельный раздел посвящать), в чем вы определяете сущность вот этого самого лысенковского антидарвинизма.

Н. Т.-Р. (раздраженно): Нет! Это не мое дело здесь. Я здесь рассказываю про свои дела! Я никогда мичуринцем, лысенковцем и так далее не был, не интересовался, не собирал так называемые... Вот кое-кто из моих приятелей, отнюдь не мичуринцев, а антимиучуринцев, собирали так называемую библиотеку бетизов³, то есть собирали всю ту ерунду, которая печаталась. Я эту ерунду не собирал, не читал и даже не просматривал, потому что это было настолько далеко от науки, что, когда меня спрашивали, почему я никогда не дискутирую и не спорю с лысенковцами, я отвечал: «А можете вы себе представить, чтобы современный клиницист на научной основе всерьез спорил с мордовской знахаркой?».

³ От фр. *bêtise* — глупость.

В. Д.: Вот ответ.

Н. Т.-Р.: Что?

В. Д.: Это уже ответ. Спасибо.

Н. Т.-Р.: Да. Я не могу назвать даже то, что вы желали от меня, я не могу сделать, потому что этого не существует. Лысенкизм и мичуринская биология — это такая белиберда, такое отдаленное, чисто словесное имеет отношение к науке, к естествознанию, что дать даже отдаленно разумное и какое-нибудь более-менее строгое понятие этому мичуринству, лысенковству и всяким... всем этим явлениям, с моей точки зрения, абсолютно невозможно.

В. Д.: Понятно.

Н. Т.-Р.: Внешне так называемая мичуринская биология в лысенковской трактовке отдаленно иногда напоминала самые грубые и примитивные старые формы так называемого ламаркизма — додарвиновского эволюционизма, но только отдаленно и словесно напоминало. По сути дела, я повторяю, вся так называемая мичуринская биология в трактовке, значит, 40-х и 50-х годов — это было нечто абсолютно антинаучное.

В. Д.: Покойный Мичурин разве ответственен за это?

Н. Т.-Р.: Покойный Мичурин был садовод-любитель. По самой сути дела и по своей профессии он ни за какую: ни за мичуринскую, ни за антимиучуринскую биологию ответственным быть не мог. Так же как я не могу быть ответственным, скажем, за автомобилестроение: не понимаю в нем ничего.

Мичурин был энтузиаст садовод-любитель. Кое-что интересного он сделал. Но он так до конца жизни путем (научно и в современном смысле этого слова) не мог даже понять, что такое эксперимент, что для эксперимента и для доказательства какого-то научного нужен прежде всего контроль, эталон для сравнения. Это для него было как-то... непостижимо.

Его, конечно, совершенно изнасиловали лысенковцы, во главе с Лысенко. А с Лысенко у него, насколько мне известно, была одна встреча, один контакт: Лысенко как-то к нему явился, и он его, не приняв, выгнал. Мичурин.

В. Д.: Да что вы!

Н. Т.-Р.: Да. И вскоре умер. А после его смерти, так как товарищу Лысенке нужны были какие-то основы, и ширь, и глубина его «великих» учений, то, значит, он наследство Мичурина освоил. То есть понять-то он тоже ничего не понял, потому что у Мичурина было много и специальных садоводческих работ, которые были Лысенке и скучны, и непонятны, но так что-то такое, значит... Вот надо было икону, икону из самого себя он сделать не мог, сделал из Мичурина. Все это было названо, вся эта белиберда была названа мичуринской биологией, в отличие от немичуринской, по-видимому, научной биологии, значит, прочей, настоящей биологии.

В. Д.: Буржуазной.

Н. Т.-Р.: Буржуазная? Ну, буржуазная... тогда все делили на буржуазную и не буржуазную, в том числе и физику. Но с физикой

дело было все-таки труднее, потому что там как-то основные законы механики и для буржуазных стран, и для социалистических стран примерно в одном и том же виде годились. Так? И неприличный предмет высших технических учебных заведений — сопромат, сопротивление материалов, вы не подумайте дурного, это сопротивление материалов...

В. Д.: Я знаю. Сдавали, бедняжки.

Н. Т.-Р.: ...тоже одинаково действовало и для буржуев, и для сицилистов, и для кого угодно. В сущности, в основном, то же самое и с научной биологией. Только биология по какой-то традиции давней считалась неточным естествознанием, вроде географии там, биологии. Это были неточные естественные науки. Где-то болталась посередке химия, а физика была точное естествознание. Но, сколь ни странно, всякие экивоки и загибы начались-то у нас с физики как раз, потому что стали отрицать всю современную атомную физику в 30-е годы, несмотря на то, что с конца 20-х годов у нас блестящая школа физиков-теоретиков развилась.

В. Д.: Иоффе?

Н. Т.-Р.: Что?

В. Д.: Иоффе?

Н. Т.-Р.: Иоффе и Мандельштам. Иоффе и Мандельштам создали действительно блестящую школу теоретиков. И на все это ополчились, значит, эти наши тогдашние идеологические полицейские, которые почему-то называются у нас философами, которые стали доказывать, что это буржуазные выдумки, поповщина, черт знает что, и отстаивали в собственном, очень неточном и грязном понимании давним-давно устаревшую физическую картину мира середины XIX века — контовский детерминизм, так сказать.

Ну, конечно, недодуманная вещь, потому что при такого рода детерминизме невозможен никакой марксизм, ежели логически продумать вещи. Но этим не занимались. Занимались цитатами, выдранными из контекста обычно.

” Одним словом, разгромили нашу теоретическую физику, разогнали в самом конце 30-х годов замечательный набор крупных физиков Московского университета.

К счастью, в это время был создан Физико-технический институт как-то по другой линии, и туда их всех приняли. Поэтому Физико-технический институт московский на целых двадцать лет стал аристократическим привилегированным учебным заведением, попасть туда было очень трудно. Гигантский конкурс туда был уже тогда, когда и в университет-то московский особого конкурса еще не было. Он и сейчас хороший вуз, но в те годы был особенно замечателен. Вот.

В. Д.: Вся атомная физика туда ушла, да?

Н. Т.-Р.: Не вся. В Ленинграде кое-что было...

В. Д.: Из Московского университета вся была выжита и была...

Н. Т.-Р.: Да-да-да-да. А в Москве остались, в университете остались, в основном, подонки и полуподонки. Вот.

В. Д.: Простите, я вас отвлек.

Н. Т.-Р.: Так вот, совершенно зря вы пожелали, чтоб я начал рассказывать об этих вещах...

В. Д.: Вы достаточно рассказали.

Н. Т.-Р.: Что?

В. Д.: Достаточно рассказали, продолжайте. Все-таки так для общей... это популярная...

Н. Т.-Р.: До того избито уже, изжевано, что об этом и говорить не стоит. А я всерьез вообще никогда не разговаривал о мичуринской биологии, повторяю, потому что она с потрохами этого не стоит, даже всерьез чихнуть не стоит, а только так это, поковыряв в левой ноздре. Вот как дело обстоит.

Распространение генетики

Так вот, вернемся на первое. Популяционная генетика, я бы сказал, пожалуй что, в особенности, когда она пышно расцвела в группе Феодосия Григорьевича Добжанского в Соединенных Штатах, отчасти и наша берлинская группа, количественно значительно меньшая, и отчасти московская группа в Кольцовском институте добились все-таки того, что самая талантливая, интересная и крупная часть негенетиков, зоологов и ботаников, эволюционистов, активно заинтересовались генетикой.

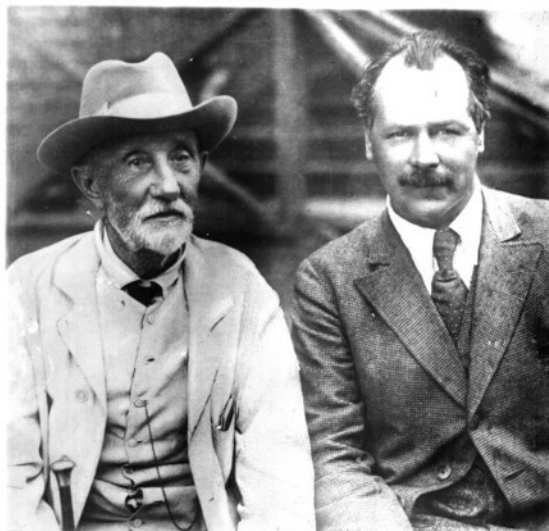
В. Д.: Как то...

Н. Т.-Р.: Что значит «как то»?

В. Д.: Кто именно?

Н. Т.-Р.: Я уже перечислял. Вы изволили запомнить из-за этого дурацкого отступления в область мичуринской биологии. Вот тогда я говорил: основными зачинателями современного эволюционного учения вне генетики были у нас Иван Иванович Шмальгаузен, ну, и Кольцов, естественно (но Кольцов активно и генетикой занимался). Кольцов, Филипченко, Шмальгаузен и, естественно, Вавилов. Но Вавилов пришел со стороны растениеводства, то есть генетики растений. В Германии Кюн, Ренш и еще несколько... <нрзб> еще несколько зоологов и ботаников, занимавших кафедры

соответствующие в университетах. В Англии Холдейн, Хаксли, Хогбен, Уотсон, палеонтолог, и еще несколько человек. В Соединенный Штатах Майр, немец, ученик... орнитолог в основном, ученик Штресемана, затем... как-то у меня сейчас повыскакивали из-за этого мичуринства все фамилии из головы. Сбили вы меня с толку этими мичуринцами, захотелось вам старинки такой...



Коллегу Котляковскому
Николаю Ивановичу Вавилову
на добрую память! 15 июля 1932
И. В. Мичурин

И. В. Мичурин и Н. И. Вавилов

В. Д.: Дал вам возможность просто высказаться.

Н. Т.-Р.: Ничего... Возможность высказаться! Я крепко высказывался достаточно приватным образом. А всерьез, я вам говорю...

В. Д. (усмехаясь): Понятно, понятно, все ясно.

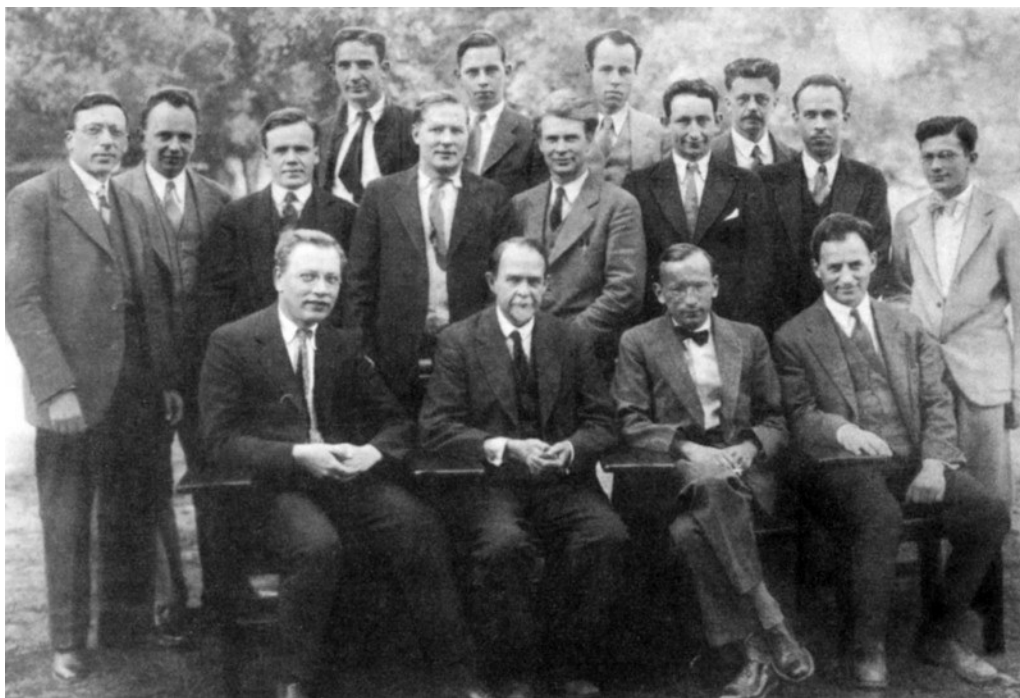
Н. Т.-Р.: Всерьез об этом не стоит разговаривать. Одним словом, ряд профессоров зоологии и ботаники в Соединенных Штатах стали вводить в свои курсы общей биологии, общей зоологии, общей ботаники свои курсы эволюционного учения, современные представления, развитые в популяционной генетике и в связанных с нею, с популяционной генетикой, генетических дисциплинах. Вот вместо этого самого чертового отступления (еще раз выругаюсь и больше не буду уже!) (смеются), я-то об этом и хотел рассказывать сегодня, в первую очередь. Вот сейчас начну. И уж, пожалуйста, ни с какими мичуринскими биологиями ко мне больше не обращайтесь.

В. Д.: Хорошо, хорошо.

Н. Т.-Р.: Так вот, первое, что понадобилось для того, чтобы на твердый фундамент поставить основы популяционной генетики, было то же, что в свое время нужно было для того, чтобы менделизм стал, так сказать, всеобщей основой учения о наследственных признаках в живой природе. То есть нужно было показать, что всюду в живой природе, в популяциях и животных, и растений, и микроорганизмов происходит в принципе одно и то же, то есть, по выражению Четверикова, все они, как губки, напитаны возникающими мутациями. Это было достаточно легко показать. Достаточно было того, что немцы называют Stichproben — отдельные пробы среди разных видов животных, растений и микроорганизмов, потому что уже генетиками давно была доказана всюдность, по выражению Вернадского, менделизма и мутационного процесса спонтанного. Значит, спонтанный мутационный процесс — это явление общее для всей живой природы. Значит, достаточно было показать на отдельных удобных примерах, а иногда и случайных примерах, что и в популяциях всех живых организмов находится достаточное количество различных наследственных признаков, возникающих в качестве мутаций. Это и было проделано с самого конца 20-х годов и до настоящего времени. На целом ряде микроорганизмов, растений и животных было показано, что в природных популяциях происходит то же самое, что и с конца 20-х годов было показано на *Drosophila melanogaster* и других видах дрозофил.

Следующее, что нужно было показать, вернее, на что нужно было обратить внимание зоологов, ботаников и микробиологов (потому что материал они-то знали как следует, а не генетики), это то, что все виды живых организмов: животные, растения, микроорганизмы реально в природе встречаются в виде популяций. Можно утверждать, что ни один вид живых организмов не представляет из себя, так сказать, диффузное, сплошное неподразделенное население, состоящее из такого-то числа

(обычно огромного) особей. Каждому, и не биологу, достаточно ясно и известно, что любой вид живых организмов, будь-то какое-нибудь травянистое растение, дерево, куст, птица, рыба, пиявка или что угодно, комары и так далее, в одних местах встречаются в преизобилии, в других местах редки, в третьих местах совсем не встречаются. Ищи, гляди, и не найдешь. Так что это общеизвестный факт, из числа столь общеизвестных фактов, что он как-то в науку даже не залез как-то, прошел мимо науки.



Нижний ряд слева направо: А. Г. Стёртевант, Т. Г. Морган. Во втором ряду второй слева Ф. Г. Добжанский, третий Г. Д. Карпеченко, пятый К. Бриджес. Калифорнийский технологический институт. 1930

Это часто бывает, что совершенно общеизвестная вещь оказывается вне науки. Господа ученые ими не интересуются в качестве тривиального, общеизвестного. А тем не менее, это интереснейшая и важнейшая вещь. При ближайшем рассмотрении в этом принимали участие в особенности и мы, генетики. Вот моя группа очень интенсивно этим занималась совместно с рядом зоологов в основном. Группа Добжанского привлекла ряд зоологов и ботаников, преимущественно в Америке. В Англии Холдейн, Хаксли, Хогбен привлекли целый ряд зоологов, ботаников и микробиологов к тому, чтобы показать, что действительно у всех видов живых организмов, так сказать, распределение живого материала по территориям и акваториям неравномерно, а до известной степени дискретно, так же как дискретна в основе своей жизнь. Жизнь представлена в форме отдельных индивидов, а не всеобщего какого-то киселя или вселенской смази. Так же и эти индивиды распределены в пределах ареала вида, в пределах той территории, акватории или того пространства, в пределах которого данный вид распространен, неравномерно. Равномерно населяющих свой ареал видов, в сущности, не существует, при ближайшем рассмотрении. Ну, одним словом, найти такой вид всерьез и точно никому пока не удалось. А все виды распределены, так сказать, где густо, где пусто, а где и вовсе ничего, так, как я вначале уже говорил. Это очень существенно. Это и есть то, что Четвериков называл популяциями, да и все мы, генетики, называли природными популяциями, точнее не определяя их.



Точнее определить можно природную популяцию любого вида живых организмов как некоторую группу особей, занимающих некое пространство в пределах ареала и в этом пространстве практически осуществляющих в той или иной степени панмиксию, то есть свободные встречи и скрещивания.

Ну, совершенно ясно, что воробьи обнинские и воробьи владивостокские, хотя и могут прекрасно скрещиваться друг с другом и давать плодовитое потомство, принадлежат к одному и тому же виду домашнего воробья (*Passer domesticus*), но они никогда не встретятся, потому что их на этих самых современных самолетах со сверхзвуковой скоростью в качестве пассажиров не возят, а своими силами, так сказать, нормальным путем они за свою воробьиную жизнь из Обнинска во Владивосток не доберутся. Вот. И даже перелетные птицы, осуществляющие огромные перелеты за сравнительно короткий срок, в широтном направлении на столь огромные пространства не могут передвигаться. Поэтому, конечно, когда мы говорим о панмиксии (случайном, свободном скрещивании и смешивании), мы должны всегда различать теоретически возможную панмиксию и практически осуществляемую.

Вид и популяция

В пределах... дальше я буду об этом говорить... В понятие определения вида входит, в качестве одного из основных критериев вида, то, что в пределах вида возможно скрещивание между любыми... эффективное скрещивание с производством нормального потомства между любыми особями в пределах вида. В пределах вида возможно. Но оно далеко не всегда осуществляется, конечно. Обыкновенно это зоологи, ботаники узнают косвенным путем. Дело в том, что большой ареал вида разбит на маленькие ареалы отдельных популяций, причем соседние популяции хорошо смешиваются и скрещиваются: эта с этой, эта с этой, эта с этой и так далее. И таким образом видно, что в ряде случаев, когда дело идет об одном и том же виде, мы видим постепенные переходы от одной популяции к другой, самой отдаленной от первой популяции, и таким образом узнаем, что в пределах всего вида работает вот эта самая панмиксия: возможность свободного скрещивания и перемешивания. Но практически она, конечно, осуществляется лишь тогда, когда может осуществиться. К этому мы вернемся, когда будем говорить о виде.

Так вот, в первую очередь зоологи... ботаники значительно консервативнее, и систематика высших растений более устарела, чем систематика животных. Зоологическая систематика, так сказать, перегнала ботаническую систематику. Но, в принципе, и у животных и у растений, значит, была показана реальность популяции как элементарной группы особей в пределах вида. (*Видя, что Радзишевская смотрит на пленку, спрашивает.*) Что, кончается, что ли?

М. Р.: Нет-нет.

Н. Т.-Р.: Иначе говоря, было показано, что любой вид складывается из популяций, занимающих разные части ареала, то есть общей территории распространения или общего пространства распространения данного вида. Еще иначе выражаясь, вот мы в свое время указали, что таким образом популяция является элементарной структурной единицей эволюции.

Действительно, для того чтобы происходила эволюция, в качестве элементарной единицы не годится особь, потому что у большинства, например, двуполых организмов, особь одна вообще и размножаться не может: самец и самка нужны, минимум. Пара особей — тоже явно недостаточная единица эволюционная, потому что случайно данная пара может и не оставить вообще никакого потомства или потомство через одно-два поколения вымрет, потомство от данной пары. Следовательно, такой единицей, структурной единицей элементарной в эволюционном процессе должна быть большая совокупность особей. И такие естественные большие совокупности особей в природе существуют в совершенно, так сказать, естественной форме — в форме популяций, то есть действительно совокупности особей, внутри которых осуществляется в той или иной степени панмиксия. И скрещиваемость и перемешиваемость внутри которых больше, чем между особями этой популяции и соседней популяции, для которой опять-таки пригодно то же самое. То есть внутри этой соседней популяции скрещиваемость и перемешиваемость больше, чем с другой, соседней популяцией, и так далее.

Популяция как термин

Таким образом, появилось реальное представление об элементарной единице эволюционного процесса. Элементарной единицей эволюционного процесса является внутривидовая популяция. При этом до сих пор, не только во внаучных разговорах, но и среди биологов, к сожалению, очень часто пользуются популяцией в самом разнообразном смысле этого слова. Особенно в последнее время у нас. У нас в последнее время из-за того, что у нас языков никаких не знают, кроме корявых, жалких элементов английского языка, преподаваемых в наших школах, вузах, аспирантурах и так далее, нечто вроде pidgin english, московский pidgin english такой. А к несчастью нашему в английском языке, в разговорном литературном английском языке, латинское слово «популяция» (в англоязычной форме «population») имеет как раз такое, самое общее разнообразное значение. Можно говорить об population of London, и population of Great Britain, и population of Africa, и population of Negro Republic Liberia, и population of this house, потому что это английское литературное слово.

В русском же языке есть свое русское слово для этого: население. И мы можем говорить о населении Африки, о населении этого дома, о населении этой квартиры, о населении ворон в европейской России, ежели хотим, в любой неспецифизированной форме. И в русский научный язык латинское слово «populatio» введено в том смысле, в котором я рассказывал. А к сожалению, очень многие, особенно из молодого поколения советских биологов совершенно загрязнили литературу небрежным словоупотреблением популяции. Это явно содрано с московского pidgin english, так как по pidgin english популяцией можно называть все, что угодно, то и молодые советские люди популяцией называют все, что угодно.

А в современный русский литературный язык внедряются действительно подчас самые... даже удивляешься, почему, например, у нас, опять-таки из-за совершенного незнания иностранных языков, плакаты, давно вошедшие в русский литературный язык, заменились транспарантами. Ведь дикторы в радио, в телевидении говорят о транспарантах. А транспаранты во всех-то языках означают совершенно другую вещь, чем плакаты. Транспаранты — это некие вещи, склеенные из картонки, бумаги, или фанеры, или чего-нибудь, где вырезано то, что должно быть на них изображено, а изнутри они освещаются. Вот это называется «транспаранты». И вечером, в темноте транспаранты вывешиваются, и носятся людьми, и всякая такая штука. А у нас среди белого дня, в ярком солнечном сиянии, оказывается, идет манифестация и несет транспаранты. Какие транспаранты? Через что что видно в них? Идиотизм!

В. Д.: Ну, бог с ними.

Н. Т.-Р.: Так же как в русский официальный литературный язык вводятся слова «оптимальный» и «пессимальный»...

В. Д.: «Пессимальный» нет... «минимальный»...

Н. Т.-Р.: ...не в качестве терминов, а в качестве обычных слов, которыми дикторы пользуются. Вместо «лучший» и «худший» говорят «оптимальный» и «пессимальный».

В. Д.: «Пессимальный» — я даже не слышал.

Н. Т.-Р.: Что?

В. Д.: «Пессимальный» я что-то не слышал.

Н. Т.-Р.: А я слышу почти ежедневно...

В. Д.: Я, правда, радио почти не слушаю.

Н. Т.-Р.: ...по телевидению. Вот побольше слушайте радио и тогда научитесь современному советскому языку.

В. Д.: «Оптимальный» и «минимальный» — так уж скорее говорят, вместо «максимальный».

Н. Т.-Р.: Вот вместо «наибольший» и «наименьший» — «максимальный» и «минимальный» говорят.

В. Д.: Ну, бог с ними.

Н. Т.-Р.: Одним словом, много таких загрязнений русского языка.

В. Д.: Отстал.

Н. Т.-Р.: Так вот, загрязнение научного языка происходит по той же причине, по причине полнейшего незнания иностранных языков.

” Я думаю, что правы те умные языковеды, которые утверждают (а я на собственном опыте это испытал), что для того, чтобы хорошо владеть собственным, не матерным, а материнским языком, нужно хорошо знать минимум один-два иностранных языка, потому что, как и всё на свете, и язык познается в основном сравнительно.

Если человек, кроме скверного русского языка ничего другого не знает, то ему этот скверный русский язык, которым он случайно во дворе выучился с детства, сравнивать-то не с чем.

В. Д.: Ну, где-нибудь в глубинке может быть очень хороший русский язык без знания хотя бы двух иностранных слов, не только языков.

Н. Т.-Р.: Простите, я говорю про литературный язык.

В. Д.: А! Это другое дело.

Н. Т.-Р.: А не про местные наречия, которые могут быть очень интересны, но отнюдь не являются русским литературным языком.

В. Д.: Ну, это правильно.

Н. Т.-Р.: Ведь интересные и очень в своем роде корректные местные русские наречия, они обыкновенно являются очень скверным литературным языком, с кучей ошибок и с совершенно дикими иной раз словоупотреблениями. Так? Так что нужно различать литературный язык и местные наречия. Это, как говорили в Одессе-маме, две большие разницы. Вот.

Так вот, первое что, так сказать, популяционная генетика внедрила во всю разумную биологию... ну, безнадежных дураков уму не обучишь, так что и сейчас имеются совершенно серые биологи, которые ничего не знают, кроме того немногого, что они думают, что знают. Это вот, правильное понятие популяции, представление о всюдности популяций и о том, что популяции являются теми элементарными эволюционными единицами, о которых мы уже говорили.

Элементарные структуры и элементарные явления

Физика и общая математическая методология, современная, естествознания учит нас (а особенно популяризировал это умнейший человек XX века Нильс Бор покойный), что точность любой научной и наукообразной дисциплины зависит не от количества элементарной или высшей математики в этой дисциплине и от обилия формул, напечатанных в тексте, а от строгости и точности определения элементарных частиц, то есть структур и элементарных явлений к данной области. Любая область может стать предметом точных и строгих исследований, ежели точно, строго и однозначно сформулированы в ней элементарные структуры и элементарные явления. В физике... *(Услышав, что Дувакин что-то произносит, обращается к нему.)* Что?

В. Д.: Ничего-ничего, продолжайте.

Н. Т.-Р.: В физике недавно все казалось ясным. Сейчас запуталось, потому что физики немножко запутались в элементарных частицах. До сих пор неясно, что такое и сколько имеется элементарных физических частиц и отчасти в связи с этим неясно, что является всеобщим элементарным явлением в физике. Есть сейчас направление, считающее, что элементарной структурой является магнитное поле, а элементарным явлением является магнитный эффект. Но это только некоторые считают. И в физике идет сейчас большой спор. В других науках отчасти хуже, отчасти лучше. В химии несколько лучше сейчас, потому что в химии элементарной структурой является молекула, в отличие от физики, в которой молекула отнюдь элементарной структурой не является...

Надо суп поставить. Скоро кончится это?

Марина Васильевна Радзишевская.: Хватит. Сколько сможете, на все есть.

Н. Т.-Р.: Да нет, я могу прерваться в любое время.

М. Р.: Еще поговорите немножко, порасскажите, а то, что прерываться, только вошли.

Н. Т.-Р.: Очень много без перерыва я не смогу.

М. Р.: Это вопрос другой. Если вам тяжело, я сейчас выключаю.

Н. Т.-Р.: Погодите, вы не выключайте сейчас, а когда я вам скажу.

М. Р.: Хорошо.

Н. Т.-Р.: А спрашиваю я вас потому, что я могу и подольше и менее долго поговорить. Ежели быстро у вас кончится что-то, тогда я постараюсь подогнать конец своего теперешнего разговора к концу...

М. Р.: Нет-нет, Николай Владимирович. Тут гораздо больше, чем...

Н. Т.-Р.: А ежели нет, то не буду стараться. Ну ладно, ясно. Так вот, элементарной структурой в химии является молекула, потому что с нею связаны химические свойства вещества, а не физические. А элементарным явлением в химии является реакция молекулы, то есть какое-то взаимодействие между молекулами или изменение структуры молекулы.



В биологии мы пока не знаем общего, ни структуры, ни явления — общих. Но мы знаем одну вещь, что, по-видимому, по самой природе биологического материала, по комплексности биологического материала мы принуждены будем говорить о разных уровнях, так сказать, строения, а в связи с этим и изучения биологического материала.

Молекулярно-генетический уровень

Я лично склонен разделять биологический материал на четыре группы. Первая группа — это молекулярно-генетическая, где основной элементарной структурой является ген, то есть элементарная, дальше неделимая частица какая-то. По современным нашим представлениям макромолекула типа дезоксирибонуклеина какого-то, такая какая-то частица, которая способна к конвариантной редупликации, то есть способна рядом с собой строить себе точно подобную, и в случае если структура ее изменяется, она дальше репродуцируется в этом новом измененном состоянии или вовсе перестает быть репродуцирующейся структурой. В связи с таким определением элементарной структуры биологической на этом молекулярно-генетическом уровне элементарным явлением является мутация, то есть изменение этой саморедуплицирующейся основной структуры, какое-то изменение в ее строении, которое редуплицируется дальше. Значит, с этим уровнем все ясно.

Но, к сожалению, жизнь представлена на нашей планете в очень сложной форме. Если бы на нашей планете существовали только без... не доклеточные, а доядерные клетки, то все было бы очень мило и хорошо. Но, к сожалению, произошла на Земле эволюция, длительная и сложная, которая привела к созданию настоящих клеток, клеток безъядерных сперва, а потом ядерных клеток, с ядрами. Эти ядерные клетки существуют и до сих пор в состоянии одноклеточных организмов, всяких простейших организмов, начиная с бактерий и кончая очень сложными по строению инфузориями, не подразделенных на клетки, и, наконец, в виде многоклеточных организмов. Причем, эти многоклеточные организмы могут от сравнительно простого овального многоклеточного образования или шара до нас с вами, до человека, быть. Значит, тоже в результате эволюции образовались многоклеточные формы очень разного вида и разного свойства.

Онтогенетический уровень

Значит, наряду с этим молекулярно-генетическим уровнем жизни и ее изучения существует онтогенетический уровень, или, как его сейчас предпочитают... я его онтогенетическим просто назвал, а сейчас предпочитают клеточно-онтогенетическим называть: значит, клетка и что с ней может делаться и что с ней не может делаться, и как из клетки образуется многоклеточный организм. Это наилучше изученный уровень жизни на нашей планете. Я могу вам точно и кратко сформулировать, что такое онтогенез. Это любопытное явление, заключающееся в том, что в индивидуальном развитии все организмы начинаются со стадии одной клетки, оплодотворенной яйцеклетки. Это одна клетка, которая начинает делиться и дифференцироваться. И онтогенез, то есть индивидуальное развитие многоклеточного организма любой сложности: от самого простого, какого-нибудь там... медузы, или гидры, или еще проще, есть просто шарики такие, вольвоксы, и до, повторяю, человека, слона, дуба, чего угодно, любой сложности и величины многоклеточного образования, для них характерно то, что происходит онтогенез, который можно определить совершенно строго и кратко так: почему в должное время в должном месте в развивающемся зародыше происходит должное.

В. Д.: Ага.

Н. Т.-Р.: Определить вот это, описательно так, можно легко.



И это совершенно исчерпывающее точное описание индивидуального развития. Почему в должное время в должном месте зародыша происходит должное.

Почему у него сперва образуется то-то, а потом то-то, а потом опять то-то, еще что-то и так далее, а не наоборот. Почему закладывается там, скажем, голова вот в этом месте зародыша, сперва довольно бесформенного, а не в этом месте, почему в это время, а не в другое время, почему сперва закладывается там хорда у позвоночных, а потом закладывается костный скелет, а не наоборот, и так далее.

Но теории, общей теории онтогенеза до сих пор нет, также как нету общей теории биологии. Есть довольно много книг под титлом «теоретическая биология», особенно немецких и американских: Theoretische Biologie, Theoretical biology, но это разные модификации общей биологии, а не теоретической биологии, в которых помаленьку обо всем рассказывается в биологии. Но общей теории биологии нету, и, я думаю, что общей теории биологии, в том смысле, как существует теоретическая физика, скажем, и не будет из-за вот этих четырех уровней, о которых я начал говорить. Я вам два уровня назвал. Теперь третий идет.

Популяционный уровень

Значит, во-первых, живые существа представлены особями, особями у разных видов очень разной сложности, величины и так далее, которые из одной клетки превращаются в сложную особь взрослую путем сложного специального онтогенеза, о котором я только что говорил. Но мы с вами до того, в связи с популяционной генетикой уже говорили о другом замечательном явлении жизни, на которое тоже люди мало обращали внимания. Все знали это, все видели и как-то... мимо проходили — вот эти популяции.

” То есть то обстоятельство, что ни один вид живых организмов не может существовать в виде отдельных особей, изолированных особей. Все виды образуют совокупности особей, произошедших каждая в форме этого онтогенеза, о котором мы только что говорили.

Причем в основе вот этого любопытного явления, что жизнь на нашей планете всегда представлена популяциями, и популяциями, состоящими из достаточно большого числа отдельных особей, имеет свое математическое обоснование, о котором люди часто не думают. Благодаря этому люди так быстро уничтожают многие виды животных и растений. «Ах, — думают, — есть еще, и достаточно!» Дело обстоит следующим образом. Всякое статистическое явление, то есть всякое количественно варьирующее явление изображается некой кривой эволюционной. Простейшая эволюционная кривая — это так называемая простая эволюционная кривая, или ее называют нормальной кривой, или ее называют биномиальной кривой.

В. Д.: Какой?

Н. Т.-Р.: Что?

В. Д.: Какой? Нормальной или?..

Н. Т.-Р.: Биномиальной.

В. Д.: Биномиальной?

Н. Т.-Р. (раздраженно): Биномиальной, потому что она соответствует коэффициентам разложенного бинома. Вот. Ну, это общеизвестная вещь, это изучают в восьмом классе школы сейчас, а раньше в седьмом классе гимназии. Так вот. Но это очень интересная вещь. А численность любых индивидов есть типичный случай варьирующего явления. Так? Численность ласточек из года в год... вот у нас тут, в нашем микрорайоне очень сильно варьирует. В этом году ласточек было очень мало. У нас одно гнездо на балконе было. А бывали годы, когда восемь гнезд рядом друг с другом, вдоль всей кромки наверху балкона было. Значит, местная популяция ласточек численно варьирует. Теперь, очень нетрудно понять, для этого не требуется никаких специальных математических познаний и всякой высшей математики, чтобы понять следующее: варьирующие системы мы карандашом чертим на бумаге в виде некой кривой. Всякая кривая вычерчивается нами в системе координат, в системе, значит, ординат и абсцисс, горизонтальную линию называют математики абсциссой, вертикальные линии — ординатами. Так?

В. Д.: Это мы знаем.

Н. Т.-Р.: Это вы знаете даже. Ну, вот очень замечательно (*со скрытой иронией*). Тогда вы, наверное, подозреваете, что в простой такой системе координат имеется нулевая точка, там, где...

В. Д.: Перекрестились...

Н. Т.-Р.: ...перекрестились ордината и абсцисса.

М. Р. (усмехаясь): Догадливые.

Н. Т.-Р.: Догадливые. Так вот, теперь на абсциссе вы откладываете, скажем, численность популяции, численность особей в популяциях. Вот в популяции может быть пятьдесят особей, шестьдесят особей, сто особей, двести особей, безразлично, или тысяча, две тысячи и так далее. Значит, в какой-то популяции, то есть в численности особей данного какого-то вида, населяющих определенную территорию и образующих популяцию в том смысле, о котором мы уже говорили о популяциях, численность этих особей из года в год, из десятилетия в десятилетие может варьировать, быть больше, быть меньше. Все на свете варьирует, ничего не варьирующего, абсолютно константного, не бывает. Так вот, чем замечательны рисуночки, изображающие любые кривые в системе простых координат? Тем, ежели вы вспомните, перед своим умственным взором

разложите много таких кривых, что слева находится нулик, вот эта нулевая точка, а справа бесконечность. Ежели это перевести на русский язык, то это будет означать, что варьирующая система слева может варьировать до нуля, но ежели что-нибудь превратилось в нуль, то игра кончилась. «Кончено дело, зарезан старик, Дунай серебрится, блистая»⁴. Во! А в бесконечность ползи, пожалуйста, пока не доползешь. Все равно не доползешь. Вот это совершенно замечательная особенность популяций. Их численность следует этой любопытной закономерности, которую можно так выразить: чем меньше средняя численность популяции, тем вероятнее, что случайные флуктуации, как говорят математики, этой численности, случайные изменения этой численности могут допрыгаться до нуля. И на этом кончится вся игра.

⁴ Любимое присловье Н. В., вольное цитирование строк А. Н. Толстого из раннего стихотворения «Упырь» (1841).

О численности популяций

Значит, ежели численность в какой-то местности какого-то зверя, птицы, рыбы, комара и так далее равняется, скажем, нескольким десяткам, то это, конечно, иному дураку покажется много, а при некотором, не бог весть сколь глубоком размышлении покажется очень мало, потому что несколько десятков, особенно у двупольных организмов, где каждый пол будет представлен половиной только этих нескольких десятков, так? А ведь достаточно, чтобы один из полов...

В. Д.: Кончился.

Н. Т.-Р.: ...случайно доигрался до нуля, то на этом все равно вся игра кончается. Вы, бабы, без мужиков не размножитесь (*усмехается*), а мы, мужики, без вас, баб, тоже не размножимся. Получается сплошной финиш. Капут. Так? Вот это очень замечательная вещь, которая, к сожалению, не учитывается и во всех явлениях охраны природы и всяких таких вещах. Благодаря этому неучету этого закона марковских цепей, как называют его математики, потому что некий академик Марков выдумал все это когда-то, так вот благодаря закону марковских цепей уже много видов животных и растений кончили свое земное существование. Потому что ясно, что ежели из синих китов, которые, к несчастью, по-видимому, кончились окончательно, во всем мировом океане останется...

В. Д.: Три штуки. Тогда ничего?..

Н. Т.-Р.: Сколько?

В. Д.: Три штуки?

Н. Т.-Р.: Да не три штуки, а триста штук в мировом океане, то весьма вероятно, что дальше можно их не истреблять, они сами собой через несколько лет вымрут. Случайно один из полов сыграет до нуля. До нуля встречаемости. Потому что опять-таки люди без достаточного воображения, к сожалению, не представляют себе, что такое мировой океан. Причем в обоих смыслах не представляют себе. Одни представляют себе, что это нечто совершенно необъятное, а другие представляют себе, что это нечто совершенно объятное. А это нечто совершенно громадное. Вот эту громадность мирового океана большинство культурных людей себе реально не представляет, к сожалению. И из-за этого много всяких...

В. Д.: А у синих китов есть какая-то определенная популяция где-то, или они очень распространены?

Н. Т.-Р.: Я не специалист по китам. Не знаю. Все животные, я вам говорил, разделены на какие-то популяции. Сейчас, по-видимому, осталось очень немного популяций моржей. Но вот их очень энергично взяли под защиту и, может быть, спасут. Может быть, спасут белых медведей. Но популяции — ведь это те места, не где встречаются эти животные, а где они живут, то есть где они размножаются.

В. Д.: Вот сейчас недавно в том же плане писали и про львов, и про тигров. Тоже кончаются.

Н. Т.-Р.: Львы и тигры, к счастью, не кончаются, потому что они прекрасно размножаются в заграничных зоологических садах. И сейчас совершенно свободные негритянские, африканские республики за доллары покупают львов в зоологических садах, преимущественно немецких, и выпускают в свои заповедники, где они истреблены. Так что бывает, что иному зверю и повезет — с помощью зоологического сада. Вот. А бывает, что до сих пор глупости делают.

Есть такой исчезающий вид: белый гусь. Есть две известных популяции. Одна на острове Врангеля, другая в северной Канаде, на одном из канадских полярных островов. У канадцев она давно охраняется безмерно, всякая такая штука. У нас же купили в Канаде мускусных овцебыков. Сперва их вывезли на Таймыр, а потом какое-то дальневосточное начальство сообразило: ах, мускусные быки, за большие деньги их привезли, чтобы у нас размножить. Хорошо бы... А остров Врангеля наш, дальневосточный. Так давайте их на остров Врангеля. И победили, эти дураки победили тех дураков, которые соглашались с тем, чтобы они на Таймыре размножались. И высадили сейчас некоторое количество мускусных овцебыков на острове Врангеля. Во-первых, черт знает, будут ли они размножаться на острове Врангеля, и, во всяком случае, почти точно можно предсказать, что они вытопчут и сожрут яйца колонии белых гусей острова Врангеля. Так что наши белые гуси «прощайте» говорят сейчас нам. Одним словом, много таких глупостей делается на свете.

Так вот, вернемся на первое. Мы договорились, что элементарными эволюционными структурами...

В. Д.: Четвертую группу вы еще не назвали?

Н. Т.-Р.: Нет. ...элементарными эволюционными структурами являются популяции.

В. Д.: Это третья группа.

Н. Т.-Р.: Да. А элементарным эволюционным явлением должно являться, естественно, изменение наследственного состава популяции. Популяционная генетика...

В. Д.: Это глава уже эволюции?

Н. Т.-Р.: Что, глава?

В. Д.: Вот то, что вы сейчас сказали, последняя фраза, это одновременно, вот это явление — это уже глава эволюции видов? Так? Верно я вас понял?

Н. Т.-Р.: Вы не старайтесь понимать того, что я не говорю. Я только что сказал следующее: элементарными эволюционными структурами являются популяции. А, соответственно, элементарным эволюционным явлением является изменение какого-то генетического состава популяции. Так как мы знаем о наличии и всюдности давления мутационного процесса, о котором мы говорили в прошлый раз уже, то ясно, что всюду возможны, в любых популяциях любые изменения генетического их состава.

В. Д.: И это уже является...

Н. Т.-Р. (возмущенно): Погодите!

В. Д.: Ну, хорошо, простите.

Н. Т.-Р.: Либо вот вы разговаривайте...

В. Д.: Ну, пожалуйста.

Н. Т.-Р.: Чем это является, я и буду говорить об этом. Я буду говорить.

В. Д.: Я спросил, чтобы понять.

Н. Т.-Р.: Так чтобы понять... не понимайте того, чего я не сказал! Совершенно достаточно понимать совершенно понятные вещи, которые я сказал, что элементарной структурой... мы договорились до того, что элементарной структурой эволюции является популяция, не особь одна и не весь вид, а популяция любого вида. А элементарным явлением эволюционным является изменение генетического состава этой популяции. Так вот дальше, ежели бы вы не встретили, я сказал бы следующую фразу, которую сейчас и скажу, что, естественно, изменение генетического состава популяции еще не эволюция, потому что эволюцию земную мы знаем: это вот этот грандиозный процесс, приведший к тому, что сейчас Землю населяют во всяком случае более трех миллионов видов живых организмов, и бесконечное разнообразие от вирусов до человека включительно и так далее. Значит, происходит эволюционный прогресс, эволюционные изменения, эволюционная дифференцировка, один вид может превратиться в два вида различных и так далее. Вот это все эволюция. Так изменение генетического состава популяции не есть еще эволюция. Но это необходимая предпосылка любой эволюции. Для того чтобы какая бы то ни было эволюция произошла, должно произойти изменение генетического состава элементарной эволюционной структуры, то есть популяции. Теперь понятно? Так вот нужно было подождать, пока я это скажу. Я понятно, по-моему, выражаюсь.

В. Д.: Только рычите очень.

Н. Т.-Р.: Рычу... когда надо. Вот. Так вот, значит, как дело обстоит.



Поэтому третий уровень строения и, соответственно, изучения жизни я называю лично популяционно-эволюционным. Это и есть тот уровень, на котором можно изучать элементарные исходные процессы, ведущие к эволюции живых организмов на нашей планете.

Но этим не кончаются еще, так сказать, сложности явлений жизни на нашей планете Земля.

Биосферный уровень

Имеется еще одно общеизвестное обстоятельство, на которое, начиная со школ, достаточно внимания как-то не обращается. Любопытно, что ни один вид живых организмов на нашей планете не существует и не может, по-видимому, существовать изолированно, что все участки пространства планеты Земля, с ее окружающей атмосферой, гидросферой и прочими литосферами всегда населены сообществами из нескольких, обычно многих видов живых организмов. Это заметил еще покойный голландец Левенгук, посмотрев в изобретенный им микроскоп на каплю воды и увидев, что там куча всякой дряни плавают, и движется, и скачет, и прочее. Значит, и в капле воды сложное сообщество обитает. И вот на любом кусочке этой клеенки этого стола сложное сообщество микроорганизмов обитает. И у вас на левой щеке на двух квадратных сантиметрах тоже сложное сообщество всякой дряни обитает.

М. Р. (смеясь): И у вас тоже.

Н. Т.-Р.: И, с другой стороны, выйдя погулять, люди идут в поле, в лес, на луг, на болото, ежели им болото нравится и ирисы, произрастающие там, и так далее, то есть вся природа от мельчайших пространств до крупных ландшафтов состоит из сообществ живых организмов. Это ведет к очень существенной вещи и произошло благодаря очень простой вещи. Произошло это, несомненно, оттого, что каждая часть любой территории, любого пространства нашей планеты Земля способно, так сказать, прокормить и дать возможность существования не одной, а разным формам живых существ. Кроме того, разные формы живых существ зависят во многом друг от друга. Есть хищники, есть не хищники. Есть люди, которые едят яблоки, есть люди, которые не едят яблоков, и так далее. Вот вам две половинки яблока. Так вот поэтому, несомненно, вот это сосуществование различных форм, которые когда-то, в какие-то давно прошедшие времена, сколько-то миллиардов лет тому назад начали эволюционировать, то есть начали изменяться, когда появились мутации в этих саморепродуцирующихся макромолекулах нуклеопротеидов-то, то началась эволюция, и началось использование окружающей среды, и началось использование друг друга.

И вот это продолжается до сих пор, поэтому можно легко себе представить, что вся биосфера Земли, а это давно еще было показано, что вся поверхность земного шара покрыта, так сказать, жизнью.

” А Вернадский уточнил понятие биосферы в качестве той оболочки земного шара, в которой встречается и играет существенную роль жизнь в форме живых организмов.

Это, значит, примерно вся атмосфера до низов стратосферы, вся гидросфера, от поверхности мирового океана до одиннадцатикилометровых глубин, литосфера на глубину проникновения, во-первых, подпочвенных вод и, во-вторых, в сплошной литосфере до глубины в сотни метров, а в мягких породах до глубины пары километров (значит, нету стерильных условий) жизнь присутствует обыкновенно в форме разных представителей живых организмов. Их может быть много разных: и вирусы, и фаги, и бактерии, и простейшие, и одноклеточные сине-зеленые водоросли, которые, кстати, сейчас пристегивают к бактериям, а не к водорослям, потому что они подобно бактериям, значит, доядерные формы, безъядерные клетки.

Так вот. А иногда во всей гидросфере распределена жизнь до высших форм многоклеточных животных. Ясное дело, что растения высшие встречаются в гидросфере только до глубины проникновения света. Это очень немного. В самой чистой воде это пара сотен метров. Глубже растения фотосинтезирующие не встречаются, только их трупы. А в теперешних водоемах, прибрежных частях морей и океанов и почти во всех пресноводных водоемах, особенно нашего обширного отечества, глубина проникновения света очень незначительна: пара десятков метров, а не сотен метров, потому что загрязнение столь велико, что... Естественно, это сокращает, значит, и мощность зеленого слоя воды, то есть того слоя, который населен фотосинтезирующими водорослями. Это опять-таки то, о чем люди обыкновенно не думают. Это очень печально, но считающие себя вполне культурными, образованными специалистами, всякие инженеры с портфелями, министры и замминистры, и директора и так далее ведь ни о чем об этом не думают. Не думают о том, что уже благодаря тому, что изливается огромное количество нефти в мировой океан, а нефть, с ней ничего не делается, как только она плавает тоненьким слоем. Но этого тоненького слоя достаточно, чтоб изолировать глубины-то океана от кислорода атмосферы. Значит, нарушается весь газовый режим мирового океана сейчас. Этой ничтожной нефтяной пленкой и ничтожными, на взгляд глупых образованных людей и глупых идиотов специалистов всяких технических профилей, ничтожными загрязнениями, которые в сумме снижают резко прозрачность и океанской воды, снижается биологическая продуктивность. А она (целой цепочкой ведь все связано друг с другом) на фотосинтезирующих растениях — основа органического питания всего прочего живого вещества на нашей планете, включая нас самих. Мы жрем рыбу, а рыба жрет раков, а раки жрут червей, а черви жрут те же растения. И в конце концов от благополучия фотосинтезирующих растений и от благополучия среди них и наших лесов зависит в конечном счете и наше благополучие. Только дураки, представители старообрядчества этой машинной религии, значит, могут, по своей серости, и глупости, и тупости, думать, что: «Ну, ничего, тайгу изничтожим, не топить же дровами. Машины помогут. Мы сможем то-се делать» (*сильно стучит по столу*).

В. Д.: Тише, тише...

Н. Т.-Р.: Не сможем мы делать... заменять пока что тайгу в смысле датчика кислорода в атмосферу. Мы начнем задыхаться. Нам нечего пить будет, потому что чистая вода исчезнет, чистый воздух исчезнет. Нечего будет пить, нечем дышать. Пока, значит, изобретут роботы, которые будут нам наследовать на Земле, человечеству придется очень плохо.

(*Раздается телефонный звонок, запись прерывается*)

Вот это я и понимал отчасти под машинной религией-то.

” Вот современное человечество и страдает полным неведением о той планете, на которой оно живет, какой-то совершенно старобабушкой верой в машины, начиная от, извиняюсь, не при дамах будь сказано, последнего говенного трактора до всяких электронно-счетных роботов, понимаете.

И в этих условиях, конечно, очень трудно сохранить... А человечество пока что все-таки имеет тенденцию размножаться в геометрической прогрессии, причем, хуже много еще: в геометрической прогрессии размножаются наиболее малоценные группы населения. А наиболее ценные группы населения вообще перестают размножаться. Так что опять-таки можно сколько угодно ругаться насчет евгеники и так далее, но все-таки в мире происходит еще один очень замечательный биологический прогресс: замена, так сказать, действительно культурноспособного слоя людей на культурномалоспособный слой людей. Вот размножаются благополучно эти самые пьяные халтурщики-то. А мы-то размножаемся слабовато.

Биогеоценозы — структурные составляющие биосферы

Так вот, следовательно, четвертым уровнем, так сказать, структуры жизни на нашей планете является этот биосферный уровень, то обстоятельство, что не только не может жить изолированно особь, а жизнеспособны в каждом виде целые популяции. Но и отдельные виды нежизнеспособны. А биосфера Земли населена комплексами, сообществами или, как биологи их называют, биоценозами, сообществами микроорганизмов, растений и животных, которые теснейшим образом связаны друг с другом и связаны со всеми элементами своего окружения.

Биосфера (как и все на свете) опять-таки не кисель, не сплошность какая-то, а дискретно построена. Биосфера состоит из отдельных участков, которые Сукачев назвал биогеоценозами.



Я их просто и строго определяю таким образом: биогеоценозом является участок пространства биосферы, горизонтальный и вертикальный, через который не проходит ни одна установившаяся граница — геоморфологическая, почвенно-грунтовая, гидрологическая, метеорологическая и биоценотическая.

Вот такой участок носит название, по Сукачёву, биогеоценоза. И вся биосфера состоит из биогеоценозов.

И возвращаемся опять к эволюции. Эволюция (вот это мы сейчас можем утверждать) происходит благодаря тому, что на первом уровне мы начинаем узнавать уже, как и почему. Все время существует у всех живых организмов давление мутационного процесса, о котором мы уже говорили достаточно. Значит, возникают мутации, изменения, которые служат элементарным материалом эволюционного процесса. Эти изменения как-то осуществляются... Тут мы пока ничего путного еще не знаем, то есть частных теорий отдельных процессов развития, признаков и групп признаков мы знаем достаточно, общей теории онтогенеза еще нет. Общей теории, объясняющей второй уровень жизни, нет еще. Третий, популяционно-эволюционный, тут мы много больше уже знаем. Мы знаем, что элементарные эволюционные структуры — это популяции, элементарные эволюционные явления — это изменения генетического состава этих популяций. Это является предпосылкой для эволюции. Наконец, мы знаем, что все живые организмы живут не в форме отдельных видов, независимых друг от друга, а в биогеоценозах, составляющих в сумме своей биосферу Земли, в которой происходит грандиозный, значит, биологический круговорот веществ и энергии. И конечно, благодаря тому, что все живые организмы всегда сосуществуют и со своей неживой, или, как Вернадский любил говаривать, косной (не костной, а косной) средой и друг с другом, то вот в этом, в их взаимоотношениях и состоит, и определяется ими эволюция. Эта грандиозная земная эволюция. Об основных элементарных факторах эволюции мы дальше будем говорить.

(Запись прерывается.)

Я сказал в конце предыдущего раздела, что продолжим о микроэволюции. Дело в том, что я перечислил сознательно, после разговора о популяционной генетике, те различаемые мною четыре уровня организации и изучения жизни на нашей планете, о которых я вам говорил, с тем, чтобы показать, почему, как и откуда берется материал для дальнейших рассуждений о механизме эволюционного процесса.

Значит, пока что можно считать, что мы установили следующее. Элементарным материалом являются мутации. Мутации являются известным нам из всего, так сказать, из всего материала экспериментальной генетики, развившейся в наш век, известным материалом наследственности. Как таковой он и может, и должен считаться элементарным материалом эволюционного процесса.

Факторы эволюции

Но совершенно ясно, что эволюция не есть просто появление элементарного эволюционного материала. Эволюция — сложный, направленный процесс. Описывая эволюцию, люди давно привыкли подмечать в ней то, что мы, правда до сих пор без точных, достаточно точных определений, называем эволюционным прогрессом, то есть то обстоятельство, что с течением времени живые формы на нашей планете усложняются, прогрессируют в каком-то отношении, делают более высокоорганизованными, чем были раньше. Эволюция является, кроме того, процессом, протекающим в очень сложной среде, которую в первом приближении, грубо и очень общё, можно разделить на живую и неживую среду, в которой протекает эволюция. Или на биотическую и абиотическую среду, выражаясь, так сказать, по-иностранному. Или живую и косную, как любил говорить Владимир Иванович Вернадский. И в каждом из этих подразделений той среды, в которой протекает эволюция, большое количество отдельных факторов, отдельных частей, отдельных условий, которые все так или иначе переплетены друг с другом, переплетаются с живыми существами и так или иначе влияют на ход эволюционного процесса. Во всем этом надо как-то разобраться.

Вот следующей нашей задачей является выделение основных, главных элементарных эволюционных факторов. Значит, мы договорились пока, и это будет пока окончательным решением, что элементарными эволюционными структурами являются популяции, элементарным явлением эволюционным является изменение генетического состава популяции и элементарным материалом эволюции являются мутации, мутанты.

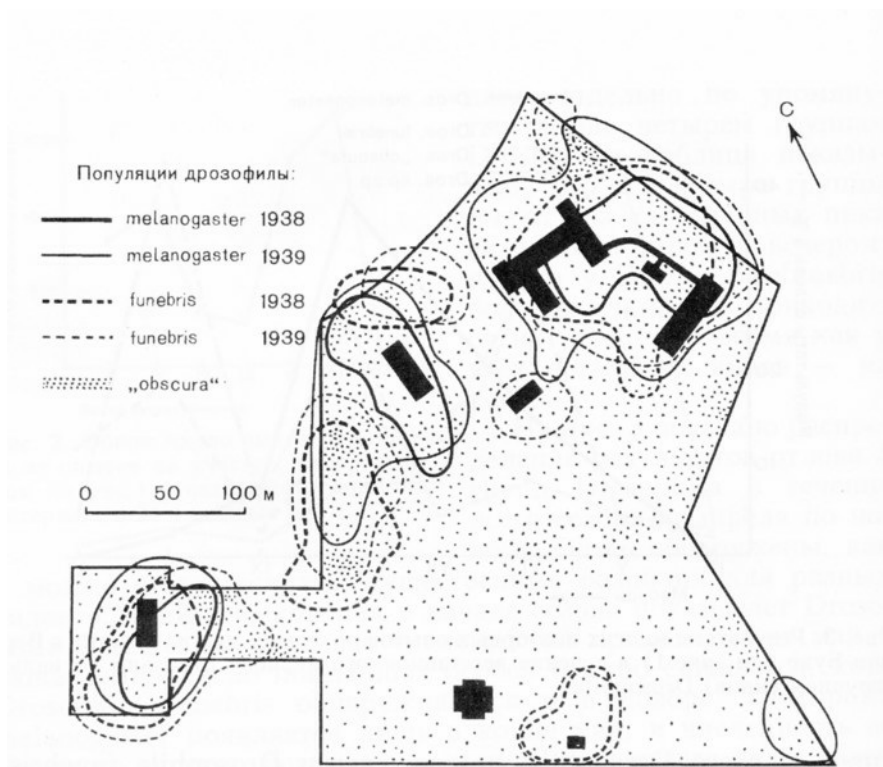
Ну, я как-то раньше уже, в одной из бесед, говорил, что мутанты... ведь в русском языке слово «мутация» употребляется в очень разных смыслах. Мутациями называют и мутантов — те особи, которые показывают мутантный признак, мутациями называют и возникновение внезапное новых наследственных признаков. Можно говорить, значит, о мутационном процессе. Это процесс возникновения мутаций. Можно говорить о мутациях как мутантах, как мутантных признаках. Так вот, собственно, элементарным эволюционным материалом являются мутанты, мутации как мутанты, как измененные особи. А как я уже раньше говорил, так как нам теперь известно, что у всех живых организмов всегда, то есть извечно и, по-видимому, на вечные времена в будущем, постоянно спонтанно, то есть без всяких наших усилий и воздействий, возникают мутации, то мутационный процесс можно считать первым по порядку и, конечно, элементарным, и основным, и обязательным фактором эволюционного процесса, потому что это тот основной фактор, который поставляет эволюционный материал. Без давления мутационного процесса не могло бы быть ни в какой форме эволюции живых организмов на Земле.

Давление мутационного процесса

Мутационный процесс нам сейчас в общих чертах и в первом приближении достаточно хорошо известен. Ну, во-первых,

как я уже говорил в прошлый раз, мы знаем, так сказать, порядки величин что ли, количественно давление этого спонтанного мутационного процесса. То есть мы можем утверждать, что у всех, по-видимому, живых организмов постоянно в порядке пары десятков процентов возникающих и образующихся половых клеток, спермиев или яйцеклеток, возникает одна какая-либо мутация, то есть какой-нибудь ген меняется, превращается в новую аллель этого гена. Много это или мало?

Все зависит от точки зрения. Конечно, пара десятков процентов — это небольшая величина, казалось бы, но ежели принять во внимание, что половых клеток возникает огромное количество, то общее количество, так сказать, возникающих мутаций, общее давление мутационного процесса не так уж мало. Но, с другой стороны, опять ежели подумать, что генов-то много... мы сейчас полагаем, что у дрозофилы (очень хорошо изученного объекта) число генов во всяком случае порядка пары десятков тысяч. Весьма вероятно, что у позвоночных животных, включая человека, порядок числа генов не меньше, а скорее, наверное, несколько больше даже. Значит, число генов, во всяком случае, большое.



Распределение особей *Drosophila melanogaster*, *D. funebris* и *D. obscura* на участке в Берлин-Бухе по результатам двухлетних опытов (Н. В. Тимофеев-Ресовский, Е. А. Тимофеева-Ресовская. Популяционно-генетические исследования на дрозофиле. Перевод с немецкого Н. В. Глотова. Источник: Н. В. Тимофеев-Ресовский. Избранные труды. М., Медицина. 1996. С. 268)

Ежели при разговоре о давлении мутационного процесса определять его в процентах всех вообще, половых клеток, в которых возникла какая-нибудь мутация, то мы получим для отдельных определенных мутаций отдельных определенных генов, в сущности, очень малые величины. Значит, можно сделать такое, на первый взгляд, немножко парадоксально звучащее утверждение: в общем давление мутационного процесса спонтанного, по-видимому, у всех живых организмов довольно велико. Это, статистически рассуждая, так сказать, вполне ощутимая величина. С другой стороны, ежели рассуждать с точки зрения возникновения совершенно определенных мутаций определенных генов, то это величины очень маленькие. Вероятность возникновения определенной мутации определенного гена невелика. А возникновение какой-либо мутации какого-либо гена у каждого вида вполне ощутима. Это вот довольно существенная вещь.

Удивляться вот этой двойственности мутационного процесса... с одной стороны, значит, что он все-таки в целом заметная статистическая величина, а с другой стороны, что стабильность генов отдельных, по-видимому, относительно очень высока. Действительно, если бы общее давление мутационного процесса было бы очень низким, то это сказалось бы в замедлении эволюционного процесса. Для того чтобы эволюционный процесс протекал с такой скоростью, с какой он действительно протекал на нашей планете... ну, мы знаем, что жизнь на нашей планете минимум два-три миллиарда лет существует, мы знаем, что начальные стадии эволюции протекали относительно очень медленно, а потом быстрее несколько. Это понятно, потому что увеличение разнообразия форм, увеличение числа различных генотипов увеличивает, конечно, и возможное число вариаций этих генотипов. С другой стороны, люди ламаркистского толка, привыкшие думать, что все в живой природе связано лишь с непосредственными воздействиями окружающей среды, считают, что действительно спонтанные мутационные процессы обладают что-то удивительно малым давлением. И это не совсем до конца продуманное возражение.

Если как следует продумать значение давления мутационного процесса, то неизбежно прийти к умозаключению, что должна существовать не некоторая максимальная для того, чтобы достаточно быстро протекал эволюционный процесс, не какая-то максимальная лабильность, что ли, генотипов, генов, а некая оптимальная лабильность. Дело в том, что если гены были бы недостаточно стабильны и относительно легко и часто изменялись бы, то у них не было бы того, что можно назвать

достаточным временем апробации, так сказать, они не успели бы как следует апробироваться в природных условиях. Не успели бы осмотреться, как опять бы изменились. И это задержало бы ход определенной направленной эволюции. Значит, для того, чтобы ход эволюции был бы достаточно быстрым, а все-таки мы можем считать все это очень условно, неопределенно, но эволюция на нашей планете протекала, в общем, ежели так со стороны взглянуть и подумать, довольно-таки быстро: за каких-нибудь два миллиарда лет от примитивных, первоначальных, конвариантно редуцирующихся макромолекул и каких-то таких еще доклеточных структур допрыгались мы на Земле до человека, до нас самих. Это, конечно, процесс, протекавший довольно-таки быстро. Ну, так кажется мне. Может, другому человеку покажется: ах, нет, это все-таки страшно медленно протекало все.

В. Д.: Два миллиарда...

Н. Т.-Р.: Да. Два миллиарда лет — срок страшно длинный и все такое... Конечно, я эти рассуждения привожу для того, чтобы их привести и показать, что всякие такого рода рассуждения, по сути дела, беспредметны, потому что отсутствует какой-то эталон, на основании которого мы бы могли судить, что быстро, что медленно. С точки зрения движения, скорости, значит, быстрых электронов, наши скоростные, сверхзвуковые самолеты — это <нрзб> какие-то совершенно улитки какие-то еле ползущие. С точки зрения несущегося задрав хвост по лугу теленка — это огромная скорость.

О скорости эволюции

То же самое можно сказать и об эволюционном процессе. Все зависит от точки зрения и от принятого эталона. А для эволюционного процесса у нас эталона пока нет. И эволюционный процесс, сколь ни странно, до сих пор, в сущности... я, будучи довольно-таки убежденным естественником, должен считать, что изучение эволюционного процесса в некоторых отношениях есть предмет исторической дисциплины, а в некоторых — естественноисторической дисциплины. Вот именно из-за того, что целый ряд процессов у нас безэталонны и ни с чем не сравнимы, потому что мы пока знаем единственный эволюционный процесс на нашей планете. Если мы когда-либо будем знать несколько различных эволюционных процессов, протекавших на разных... в разных планетных системах, тогда у нас окажется возможность применения сравнительного метода. У нас окажется некий средний эталон скорости эволюционного процесса, средний эталон направления эволюционного процесса, целый ряд параметров и величин, которых у нас сейчас нет и быть не может, и которые нам помогут разбираться подробнее в целом ряде явлений, связанных с нашей земной эволюцией, с нашим эволюционным процессом.

Пока ведь, в сущности говоря, эволюционный процесс на нашей планете методологически мало отличается от, скажем, исторического процесса, происходившего при формировании Российской империи, а затем Советского Союза, то есть...

В. Д.: Нет подобности.

Н. Т.-Р.: ...единожды происшедший однократный процесс. Это то, что Риккерт еще в свое время выдвинул в качестве типичных исторических процессов, в отличие от номотетических процессов, которые протекают по какому-то общему закону. И вот этой самой номотетике в эволюционном процессе, конечно, больше, чем в истории человеческих культур, человеческих наций, человеческих государственных образований. Пожалуй, изучение эволюционных процессов протекает точнее и объективнее, чем процессов, протекавших в истории различных частей человечества на Земле. Да и известно нам, пожалуй, в области эволюционного процесса, протекавшего на нашей планете, больше действительно конкретных и фактических данных, чем в области исторических дисциплин.

Мне, конечно... интерес мой в том и заключается, что каждое десятилетие приносит замечательные открытия, чего про зоологию, ботанику и микробиологию сказать нельзя. В общем и целом системы живых организмов изучены хорошо. Конечно, каждый год увеличивается на несколько тысяч число изученных видов, но в принципе это мало меняет дело.

” В то время как трактовка так называемых исторических процессов, протекающих в человеческом обществе, в очень пока малой степени зависит от более-менее объективных и объективируемых данных и значительно в большей степени, чем эволюционный процесс, зависит от субъективных общих установок, так сказать, кратко выражаясь, от партийной (усмехается) принадлежности историков.

Так что вот то, что касается первого эволюционного фактора — мутационного процесса. Но над этим нам думать постоянно надо и нужно его далее более подробно и детально изучать количественно — давление мутационного процесса. Пока наблюдается, по-видимому, интересное явление: ряд совершенно еще недостаточных опытов о давлении мутационного процесса у разных живых организмов, начиная от бактерий, простейших, различных растений, простых и сложных, до животных, опять-таки от простых до сложных, показывает довольно занимательную вещь, что мутационные процессы у разных видов живых организмов, по-видимому, резко могут отличаться, но значительно менее резко, чем длина поколений, чем продолжительность поколений.

О продолжительности поколений

Ведь продолжительность поколений у разных видов живых организмов может отличаться на порядки величин. Есть бактерии и низшие организмы, у которых продолжительность поколения, то есть расстояние между двумя последующими друг за другом клеточными делениями исчисляется порядком десяти минут, ну, от десяти до двадцати, скажем, тридцати минут. Порядка десяти минут. С другой стороны, у ряда древесных пород, например, знаменитой секвойи... секвойя —

мамонтово дерево, в Калифорнии произрастающее, продолжительность поколения равняется паре сотен лет. Значит, это много порядков величин больше, чем вот у бактерий, мною упомянутых. Среди простейших животных есть формы, где тоже продолжительность поколения исчисляется порядком, скажем, часов, суток до форм, у которых продолжительность поколений исчисляется десятками лет, например человек. У человека средняя продолжительность поколения тридцать два года примерно. Следовательно, получается любопытная картина. А ведь биологическое эволюционное время исчисляется не секундами, не минутами, не часами, не сутками, не годами, а исчисляется поколениями, числами поколений. И вот любопытно, что, по-видимому, опять-таки в подтверждение уже ранее высказанной мысли о том, что степень стабильности генов должна быть оптимальная, а не максимальная или минимальная, сказывается и здесь. Какая-то в эволюционном процессе должна быть средняя стабильность генов. Чем чаще смена поколений, тем короче может быть время апробации. А это значит, что при тех же условиях, так сказать, степень стабильности генов должна быть примерно, в первом приближении, более или менее одинаковой, безразлично, часто ли или редко сменяются поколения.

Оптимальная величина давления мутационного процесса

Вот все, что пока можно сказать более или менее стоящего о мутационном процессе спонтанном как эволюционном факторе, что это, по-видимому, фактор, имеющий количественно некоторую оптимальную величину, его давление имеет какую-то оптимальную величину. Это указывает опять-таки на то, что это какая-то физико-химическая структура, ген или генотип, с определенным типом строения, определяющим определенную степень стабильности этого строения. Значит, изменения в этом строении могут происходить с некой статистической вероятностью, которая и выражается в некой оптимальной средней степени мутабельности у разных видов живых организмов.

Во всяком случае (это вот под конец нужно сказать о мутационном процессе как эволюционном факторе), если с какой-то генетически разумной точки зрения рассуждать о правильностях и неправильностях различных ламаркистских точек зрения, по которым, значит, эволюционный процесс является непосредственной наследственной реакцией живых организмов на условия внешней среды, то в переводе на генетический язык это значит, что живые организмы должны своим мутационным процессом, процентом возникающих наследственных изменений достаточно быстро и сильно реагировать на изменение внешних условий.

Из того, что я говорил уже о мутационном процессе, ясно, что мутационный процесс по своему давлению, давлению мутационного процесса, на порядки величин слабее, чем было бы нужно для объяснения непосредственных наследственных реакций на воздействие внешней среды. Можно сказать, что потому-то... я уж говорил, что и совершенно с другой точки зрения, с другой стороны, можно сходную (методологически) критику неоламаркизма навести: что если бы живые организмы были бы наследственно столь лабильны, как это необходимо для любых ламаркистских объяснений эволюции, то у них не было бы достаточного времени апробации. Вот, понимаете ли, два или даже три года подряд бывают жаркие, засушливые... вот недавно у нас было так, организмы изменились бы и бац — опять нормальная погода на несколько десятилетий. И большинство изменившихся в сторону засухи- и теплоустойчивости организмов вымерло бы. Никакой путной эволюции не получилось бы. То же самое, ежели несколько холодных годов...

В. Д.: Понятно.

Н. Т.-Р.: ...друг за другом возникло бы и так далее. Следовательно, для того, чтобы протекал разумный, прогрессивный, направленный эволюционный процесс, нужна определенная оптимальная стойкость генотипов живых организмов и определенное оптимальное давление мутационного процесса, поставляющего наследственные изменения.

Если бы давление мутационного процесса равнялось бы нулю или близко к нему, то никакая эволюция не могла бы происходить, потому что не возникали бы наследственные изменения. Значит, возникновение наследственных изменений — необходимая предпосылка любой эволюции. Но опять-таки эта изменчивость наследственных факторов должна быть сверху ограничена, не должна превышать каких-то величин, потому что иначе опять-таки вновь возникающее не имело бы времени для апробации. И по-видимому, в наших средних земных условиях при общих каких-то нам пока неизвестных свойствах живых организмов в целом среднее давление мутационных спонтанных процессов у разных групп живых организмов оптимальна.

Когда мы будем больше знать обо всем этом, мы, может быть, для каких-либо количественных расчетов сможем употреблять и эти средние давления мутационных процессов, из которых сможем рассчитывать, может быть, какие-нибудь положительные величины в совершенно других областях по отношению к тем или иным группам живых организмов. Вот что можно сказать о мутационном процессе как эволюционном факторе. Значит, это не фактор, определяющий направление эволюционного процесса (для этого давление его слишком слабое), это фактор — поставщик элементарного эволюционного материала. Мы дальше увидим, что давление ряда других элементарных эволюционных факторов превышает, по-видимому, заметно давление мутационного процесса и поэтому не мутационный процесс определяет судьбы эволюции. Он только поставляет эволюционный материал. Вот на этом, ежели разрешите, я кончу на сегодня.

Значит, могу еще следующее сказать. В следующий раз, в следующий понедельник мы продолжим рассмотрение эволюционных факторов. Сегодня мы рассмотрели первый — мутационный процесс. Нам осталось еще три фактора: популяционные волны, изоляция и естественный отбор как основной, главный, направляющий фактор эволюционного процесса. Вот этим мы, во всяком случае, начнем заниматься в следующий раз.

В. Д.: Заканчиваем.