

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

**Курганский государственный университет**

**ХРЕСТОМАТИЯ ПО УЧЕБНОМУ КУРСУ  
«КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»**

**Часть II  
ХИМИЯ, БИОЛОГИЯ**

**Курган 2006**

УДК

113

119 (075)

**Хрестоматия по учебному курсу «Концепции современного естествознания». Часть II. Химия, Биология / Сост. ст.преп. Е.Н.Костылев, ст.преп. Л.Ф.Остроухова, канд.филос.наук, доц. Н.Г.Юровских. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2006. – 134 с.**

Печатается по решению учебно-методического совета Курганского государственного университета

**Рецензенты:** кафедра философии и истории КСХА им.Т.С.Мальцева (зав.кафедрой канд.филос.наук, доц.Л.Х.Цибаев); канд.филос.наук, доц., зав.кафедрой социально-гуманитарных дисциплин Курганского института государственной и муниципальной службы В.Г.Татаринцев.

*В хрестоматии представлены фрагменты, взятые из книг и статей известных западных и отечественных ученых в области химии и биологии, осмысление которых поможет студентам при подготовке к семинарским занятиям, зачетам и экзаменам по учебному курсу «Концепции современного естествознания»*

Отв.редактор: канд.филос.наук, проф., зав.кафедрой философии И.Н.Степанова.

© Курганский  
государственный  
университет, 2006.

# I. ХИМИЯ

## 1.1. УЧЕНИЕ О СОСТАВЕ ВЕЩЕСТВА

*М.В.Ломоносов. Труды по физике, химии и корпускулярной философии*

*Введение в истинную физическую химию*

*Гл. I. О физической химии и ее назначении*

Химическая наука рассматривает качества и изменения тел. Качества бывают двоякого рода, а именно, одни возбуждают у нас точно различимое представление, другие — только ясное. Первого рода качества — масса, фигура, движение или покой и местоположение каждого осязаемого тела; второго рода — цвет, вкус, целебные силы, сцепление частей и т. д. Первые и воспринимаются взором и определяются геометрическими и механическими законами, предметом которых они являются; причина же последних лежит в частях, недоступных остроте зрения, потому сами качества не могут быть определены геометрически и механически без помощи физической химии. Первые по необходимости присущи всем телам, вторые — только некоторым. Поэтому мы считаем целесообразным по почину Бойля называть первые качества общими, вторые — частными. Смешанное тело — это такое, которое состоит из двух или нескольких разнородных тел, соединенных друг с другом так, что любая чувствительная часть этого тела совершенно подобна любой другой его части в отношении частных качеств. Так, огнестрельный порох состоит из селитры, серы и угля — разнородных тел, и любая часть его, доступная чувствам, совершенно подобна любой другой части цветом, сцеплением частей, взрывной силою и т. д. Тела, составляющие смешанное тело, как здесь селитра, сера и уголь, называются составляющими.

Составляющие нередко сами являются смешанными телами, состоящими из других разнородных тел. Составляющие такого рода мы называем составляющими второго порядка; а если они, в свою очередь, смешанные тела, то составляющие их мы именуем составляющими третьего порядка. Та-

ким путем нельзя, однако, идти до бесконечности, но должны в конце концов существовать составляющие, в которых нельзя отделить друг от друга никакими химическими операциями или различить рассуждением разнородные тела; поэтому такого рода составляющие мы обозначаем как последние, или — на языке химиков — как начала.

Так как смешанное тело в любой чувствительной частице подобно самому себе, то, следовательно, любая чувствительная частица его состоит из одних и тех же составляющих, поэтому в смешанном теле должны существовать частицы, которые, если подвергнутся дальнейшему делению, распадутся на разнородные частицы тел, из которых состоит смешанное тело. Первые частицы мы называем частицами смешанного тела, вторые — частицами составляющих. Представляется уместным назвать частицы последней составляющей — частицами начала.

Из определения смешанного тела и примеров явствует, что от смешения разнородных тел происходят различные качества и явления, что поэтому для объяснения частных качеств тел и их изменений обязательно требуется познание их состава. Отсюда задача химии — исследовать как состав доступных чувствам тел, так и то, из чего впервые образуются составные тела, — именно начала.

## *Гл.2. О частных качествах смешанных тел*

На первом месте надо поставить те качества смешанных тел, которые зависят от различного сцепления частиц, ибо никакое изменение смешения в химии не может воспоследовать без изменения сцепления частиц.

От различного сцепления частиц прежде всего происходят тела твердые и жидкие. Твердое тело - то, которого фигура не может изменяться без внешней силы, а жидкое - то, части которого, от собственной тяжести, скользят друг около друга и которое образует верхнюю поверхность, параллельную горизонту, а остальным своим частям придает фигуру содержащей это тело полости.

Твердые тела бывают жесткие или ковкие. Жесткие тела под влиянием ударов распадаются на части; ковкие поддаются ударам не ломаясь и вытягиваются в полосы и проволоки. В обоих случаях сопротивление различается соответственно сцеплению между частицами, и его никаким образом нельзя определить, так как степени его бесконечно многочисленны.

Жидкое тело бывает либо густым, либо тонким. Топкое при изменении фигуры полости, заключающей его, быстро следует за поверхностью полости, а густое - медленно. Первого рода тело - вода, второго - смола, мед и т. д.

Кроме того, физики различают жидкость и текучее тело. Жидкостью они называют то тело, которое течет и у которого частицы взаимно связаны; оно образует капли, как вода. Текучим же в собственном смысле они именуют тело, частицы которого скользят, свободные от взаимного сцепления. Такого рода тело есть алебастр, обратившийся в порошок во время обжигания.

Представляется правдоподобным, что если и не всегда, то в твердых телах упругость обусловлена главным образом сцеплением частей. Упругость есть то качество тел, в силу которого фигура их, измененная внешним давлением, восстанавливается в первоначальную: таковы нити железные, стеклянные и т. д.

Как упругость твердых тел происходит главным образом от сцепления частиц, так от самого свойства упругости твердых тел зависит их звонкость, которая определяется как осязательная продолжительность звука после нанесения удара телу.

После качеств, зависящих от различия в сцеплении частиц, надо поставить на ближайшее место те, которые действуют на чувство зрения: этого требуют как благородство соответствующего органа чувства, так и почти бесконечное разнообразие этих качеств.

Прежде всего глаз отличает непрозрачное тело от прозрачного. Непрозрачное тело — это такое, которое, будучи помещено между глазом и каким-либо предметом, не позволяет изображению последнего воспроизводиться в глазе. Тело называется прозрачным, если, помещенное меж-

ду глазом и предметом, оно пропускает изображение его к глазу ясным и отчетливым. Первого рода тела — мраморы, металлы и т. д., второго — вода, кварц и подобные им.

Прозрачные и непрозрачные тела бывают гладкие или шероховатые. Тело гладко, если оно дает в себе изображение поднесенного к нему предмета; шероховатые тела этого не дают. Под гладкими понимаем здесь те тела, которые приобретают без посредства человеческого труда гладкую поверхность, как вода, лед, ртуть, стекла прозрачные и непрозрачные; или шероховатую, как мрамор в месте излома, сухая глина и т. п.

Для цветов, которыми тела действуют на наши глаза, нельзя ни дать определений, ни перечислить их разновидностей. Но вполне несомненно, что существуют некоторые цвета, происходящие из других, смешанных друг с другом, и такие, которых этим способом получить нельзя. Так можно составить оранжевый цвет из красного и желтого, зеленый — из желтого и синего, фиолетовый — из синего и красного, но что красный, желтый и синий нельзя создать ни из каких других, это ясно показывает как смешивание окрашенных порошков, так и слияние солнечных лучей. Поэтому красный, желтый и синий цвета мы называем простыми, а все остальные цвета, кроме черного, который вообще не есть цвет,— смешанными.

После того, что открыто чувству глаз, идет то, что различается ощущением языка, именно различные вкусы. Имеющими вкус называются тела, причиняющие языку приятное или неприятное ощущение; безвкусными - не причиняющие такового. Главные и более отчетливые вкусы таковы: 1) кислый, как в уксусе; 2) едкий, как в винном спирте; 3) сладкий, как в меде; 4) горький, как в смоле; 5) соленый, как в соли; 6) острый, как в редьке; 7) терпкий, как в незрелых плодах.

Запахи, действующие на обоняние, по большей части совмещаются со вкусами, так, например, то, что имеет кислый вкус, действует и на нос кислым запахом.

Нам остается сказать кое-что о тех внутренних свойствах смешанных тел, которые могут быть природными или искусственно вызванными,— каковы способности притягивать, отталкивать, производить блуждающие огни, самопроизвольно загораться и т. д., а также лекарственные или ядовитые силы.

### *Гл.3. О средствах, которыми изменяются смешанные тела*

Смешанные тела изменяются от прибавления или потери одной или нескольких составляющих. При этом необходимо, чтобы каждая корпускула смешанного тела приобрела или потеряла одну или несколько корпускул составляющих. А это не может произойти без изменения связи частиц; поэтому необходимы силы, которые могли бы уничтожить сцепление между частицами. Легче всего такое действие производит огонь: нет ни одного тела в природе, которого внутренние части были бы недоступны ему и взаимную связь частиц которого он помог бы разрушить.

Пять обстоятельств химик особенно должен наблюдать относительно огня: 1) степень напряженности, 2) отношение его к телу, подвергаемому его действию, 3) продолжительность во времени, 4) скорость поступательного движения, 5) форму его.

Уничтожив или ослабив или каким бы то ни было образом изменив силу сцепления между частицами смешанных тел, огонь не может больше ничего сделать, если не окажут содействия вода или воздух, отдельно или совместно; они удаляют друг от друга, переносят и обменивают местами освободившиеся от взаимной связи частицы. Итак, огню свойственно изменять сцепление между частицами, а воздуху и воде — их расположение. Таким образом, первый — как бы орудие, а вторые два — носители.

Воздух соединяется со смешанными телами двояким образом: или обтекая их и налегая на их поверхность, или занимая поры их. В последнем случае его надо назвать внутренним, в первом — наружным. Влияние и того и другого на химические явления немалое.

Наружный воздух, как находясь в неподвижности у поверхности тела, нередко изменяет состав тела, после перемещения собственных частиц последнего при помощи огня,— так и находясь в движении, приводит к нему посторонние частицы, приносимые с собою, или уносит с собою оторванные собственные частицы тела, или производит одновременно и то и другое. И чем быстрее движение воздуха, тем больше приходит посторонних частиц или уходит собственных частиц тела.

Частицы, которые приносит движущийся воздух смешанному телу, или берутся из самой атмосферы, или искусственно доставляются химиком. Первые различаются в зависимости от погоды, природы и положения места, населенности его и нахождения вблизи фабричных заведений; вторые зависят от природы горючего, применяемого для поддержания огня, или от природы тела, специально взятого для опыта. Необходимо, чтобы химик был в обоих случаях осмотрителен: 1) чтобы не считал одинаковым действие воздуха болотистых мест летней порою или мест, но соседству с которыми выжигается много серы из металлов, и действие более сухого и чистого воздуха; от взаимного сцепления, рассеиваются, и внутренний воздух смешивается с наружным, более тонкие частицы должны улетать из смешанного тела, и отсюда должны воспоследовать значительные изменения качеств.

Затем, внутренний воздух, освободившийся из распавшихся тел и наполненный тонкими парами, нередко занимает поразительно громадное пространство и обладает большой силой воздействия на встречаемые препятствия. 2) чтобы не принимал того, что присоединилось из горючего материала или из другого соседнего тела, за присущее самому телу.

Опыт показывает, что существует несколько видов воды, различающихся находящимися в них телами. У дождевой воды наблюдаются одни свойства, у речной — другие, у родниковой — третьи. Когда дождь с высоты падает через атмосферу, то принимает в себя встречающиеся сернистые и соляные пары. Поэтому если вода постоит летом несколько дней на солнце, то производит зеленеющую тину; она доставляет также пищу растениям и т. д.



Речная вода содержит соляные частицы, вымытые из земли, из бродящих, гниющих и сгоревших тел, принесенные текущими отовсюду ручьями; много этих частиц обнаруживается в остатке, когда чистый водяной пар от теплоты рассеялся в воздухе. Родниковая вода очень часто, почти всегда, несет с собою растворенные в горах минералы, которые нередко можно открыть по вкусу, иногда даже по запаху.

Из природных вод чище прочих приготовленная из снега, не загрязненного пылью, особенно из того, который падает после жестокого мороза при тихой погоде, ибо поверхность земли, скованная свирепостью зимы и покрытая снегом, испускает соляные и горючие пары, как летом. На втором месте стоит речная вода, текущая подо льдом в середине зимы. Третье место занимает дождевая вода. Прочие воды нельзя применять без исследования и очищения.

Действие, производимое водою при изменении состава тел, еще значительно усугубляется оттого, что она сама в очень многих телах — главнейшая составная часть, так что после ее удаления они совершенно меняют свой вид. Поэтому вода, применяемая в качестве средства, должна строго различаться от той, которая существует в самом теле как составная часть и имеет немалое значение среди остальных составных частей, вместе с которыми она образует смешанное тело.

Химические операции — это способы, которыми при содействии химических средств изменяются смешанные тела, поскольку они являются смешанными. При помощи этого определения мы можем легко различить, какие химические операции — основные и главные, и какие — лишь вспомогательные. А именно, первые или 1) соединяют отдельные составляющие в смешанное тело, или 2) разделяют смешанное тело на составляющие, или 3) одновременно делают и то и другое, или 4) изменяют отношение количества составляющих, или, наконец, 5) перемещают расположение частиц в смешении. Во всех случаях изменяются качества частные — одно или несколько.

Вторые операции не производят ничего подобного, но способствуют приготовлению тел для основных операций.

*Ломоносов М.В. Избранные произведения: В 2 т. Т.1. Естественные науки и философия. – М., 1986. - С. 133-146.*

***Д.И.Менделеев. Из лекций о периодическом законе***

Можно сделать заключения о следующих, чрезвычайно важных обстоятельствах, которые оправдываются при рассмотрении всех элементов, а именно: свойства вещества или данного соединения зависят не только от того или от тех элементов, которые в нем содержатся, не только от свойств атомов, которые в нем содержатся, не только от того, что находится хлор или кислород и ртуть, не только от того, как они расположены, т. е. от изомерии известного рода, но и от того, какого рода типу они отвечают, например типу металлов, подобных магнию, или типу металлов, подобных калию.

А если это так, то невольно рождается вопрос о том, от чего зависят те формы, в которые выливаются соединения данного металла? Отчего калий — КХ? В чем тут дело? ...Основной способ познания в истинном смысле или, правильнее сказать, обладание предметом, предвидение того, что будет, так или иначе определяется отношениями, значит, надобно узнать, от чего зависит эта способность элементов давать одноатомные соединения или представляться элементами двухатомными.

Вообще, законом природы называется отношение или функция, т. е. зависимость переменных величин, по крайней мере, двух. В этом простейшем виде всякую законность можно представить геометрически, откладывая на плоскости по одной из осей, например перпендикулярных, одну переменную, а по другой восставляя перпендикуляры, соответствующие величинам другой переменной. Вершины восстановленных перпендикуляров и дадут, собственно говоря, выражение закона: это будет или прямая, или кривая; или прогнутая периодически, или какая-нибудь другая линия.

Большинство явлений природы таково, что выражается сплошными кривыми, например, изменение внутреннего сопротивления цепи и силы тока. Малейшие изменения одной переменной влекут за собой тотчас и малейшие изменения другой. Или, скажем, переменяется температура, с ее переменной изменяется объем тела и это идет последовательно, так что малейшая прибавка в изменении температуры отвечает столь же малой перемене объема. Нет скачков: маленькое изменение одной переменной не влечет за собой быстрых скачков в значениях другой переменной, быстрых или резких.

Но, кроме такого рода законов, имеются законы или явления природы, выражающиеся периодическими кривыми. Ну, самый простейший пример представляет в природе, например, изменение температуры воздуха с возрастанием времени: от начала дня температура возрастает, примерно, до часу или до двух, затем падает, затем *minimum* температуры настает в известный час ночи, затем опять начинается поднятие, пока не дойдет опять до максимума в определенный час дня. И кроме этих маленьких волн, дням отвечающих, есть еще и большие волны, отвечающие временам года. Словом, во всех частях,— с переменою годов повторяется и этот вид периодов,— следовательно, в природе предмета лежит существование периодической законности.

Все это нужно напомнить, когда мы приступаем к одному из законов химии, который и получил свое название от того, что его свойство главное, выдающееся, можно сказать, состоит именно в том, что он представляет случай периодического закона и закон этот так и называется периодическим законом, к нему мы теперь и обратимся.

Но, чтобы понять периодический закон, нужно обратить внимание и на то, что в химических явлениях наблюдаются разрывные законы. Так, например, один из первых, закон кратных отношений, представляет следующее: на данное количество некоторого вещества количество другого вещества в определенном соединении, ими образуемом, является не во всех возможных пропорциях, а только в определенных, только скачками. Очевидно,

что здесь есть разрывы, не все возможные промежуточные формы здесь существуют, а существуют только некоторые, отрывочные, единичные.

Таков и периодический закон; он в одно и то же время представляет явление периодичности и явление разрывности.

Из всех открытий химии, можно сказать, особо выдающимся, характернейшим, после закона вечности вещества Лавуазье, самое важнейшее должно считаться открытие дальтоновского закона кратных отношений, приведшее к понятиям атомистическим, обнимающим всю химию. То есть мы пришли к тому, что самое простейшее представление о природе химических соединений получается тогда, когда мы представим себе, что атомы или малейшие доли простых тел уже далее не делимы и представляют целиком входящую в состав соединения массу, которая может быть выделена в другие соединения и выделена из других. А следовательно, *относительный атомный вес*, или то, что называется проще *атомным весом*, есть величина, характеризующая, кроме, например, способности атомов хлора давать кислоты, а атомов натрия только щелочи, еще и другие химические свойства. Химические свойства выражаются, следовательно, в величине веса атомов.

Следовательно, за одну переменную, относящуюся к элементам, удобнее, возможно и проще всего принять величины атомных весов, потому, что это величины несомненные. Это и будет основная переменная; за тот  $x$  в координатах, которыми выражаются свойства элементов в разных их соединениях, за одну переменную следует выбрать их атомные веса.

По прямой линии отложим возрастающие величины атомных весов и восставим перпендикуляры, выражающие то или иное свойство, элементам принадлежащее, например кислотность или основность. Тогда мы сумеем их мерить, например кислотность выражать вниз, отрицательными величинами, а основность — положительными; более основные элементы — большими перпендикулярами, менее основные — меньшими перпендикулярами. Мы получим известное отношение. Точно так же можно выразить и всякие другие химические и физические свойства.

Но до тех пор, пока мы не систематически, а отрывочно будем искать отношение свойств, принадлежащих элементам и зависящих от величины их атомных весов, мы не уловим никакого общего, единообразного, всем элементам принадлежащего закона. Закон, очевидно, не должен представлять не только исключений, но и каких-нибудь частных случаев: иначе это не есть закон природы, а мнемоническое правило вроде грамматических, за которыми всегда следуют исключения. Как же в этом случае поступить? Нужно избрать некоторую величину, другую характерную для данного элемента величину и между величиной атомного веса и этой другой величиной, точно находимой для элемента, найти ту функциональную зависимость, которая связывает эти две различные переменные.

Рассматривая все то, что мы имеем в этом отношении, легко можно заметить, что, кроме величины атомного веса, твердо, несомненно, без всяких предвзятых предположений стоят лишь немногие в настоящее время несомненные свойства элементов. Но одно наиболее характерно из них — это свойство элементов давать те или другие формы соединений, выливаться в соединениях в те или другие формы атомных сложений или атомных конструкций, в которых участвуют элементы. Например, все соединения калия с галоидом  $X$  будут выражаться всегда тем, что мы назвали формой соединения одноэквивалентных металлов, т. е. будут иметь формулу  $KX$ . Для кальция — все его соединения будут выражаться формулой  $CaX_2$ . Заменяя галоид  $X$  по закону замещения соответствующим количеством кислорода, водным остатком, водородом, мы можем отсюда перейти ко всем частностям, как это было раньше высказано. И поэтому калий будет характеризоваться свойством 1, если кальций будет характеризоваться свойством 2 или величиной 2; точно так же, например, для углерода эта величина будет не 1, не 2, а 4, потому что углерод соединяется с 4 атомами водорода, с 2 атомами кислорода, которые также эквивалентны четырем атомам водорода. Следовательно, если для калия 1, для кальция 2, то для углерода 4 и т. д.

Но как же найти? Из чего видеть? В каких соединениях это число лучше всего выражено?

Кислород представляет элемент, который соединяется почти со всеми другими элементами и его соединения представляют главную массу веществ, в земной коре находящихся. Все кислородные соединения хорошо исследованы, следовательно, кислород представляет наиудобнейший элемент.

Например, азот образует не только закись  $N_2O$ , азотноватый ангидрид  $N_2O_4$ , но и окись  $N_2O_2$ , азотистый ангидрид  $N_2O_3$  и азотный  $N_2O_5$ , следовательно, атомов кислорода при азоте может быть от одного до пяти. Какое же число атомов будет характерно для азота?

Чтобы выбрать, чтобы уловить здесь закон природы, надобно обратить внимание на следующее. Всякий элемент, соединяясь с кислородом, достигает известного рода предела, которого больше не переходит, и потому этот предел для разных элементов различный. Например, мы знаем, что углерод в высшей степени соединения дает  $CO_2$ , или, если мы будем для параллелизма писать 2 атома окисляемого элемента, то будет:  $C_2O_4$ . Но кроме этого углерод образует и окись углерода  $CO$  или  $C_2O_2$ , но более высоких степеней окисления углерода не образуется. Итак, существует высшая степень окисления. Следовательно, есть предел, к которому стремятся кислородные соединения каждого элемента.

На графике на каждой величине атомного веса восставим перпендикуляры, которые будут равны количеству кислорода  $m$ , присоединяющегося в высшей форме соединения к двум атомам данного элемента. Для азота будет этой величиной 5, для углерода 4, для хлора 7 и т. д.; таким образом, получится ряд перпендикуляров. Что же мы увидим? В этом случае выступает закон природы как закон периодический. Мы увидим, что вершины перпендикуляров будут представлять форму пилы, ибо количество кислорода  $m$  будет возрастать с атомным весом до 8 и затем снова приходиться к 1. Следовательно, на графике будут периоды повторяющиеся, и притом те элементы, которые представляют аналогию между собою, будут находиться всегда в опре-

деленных местах периода или на известном месте зубцов этой пилы. Другие элементы будут находиться в других местах; например, щелочные в начале этих периодов, галоиды будут в конце. Сколько же элементов в периоде? Да нечего и обсуждать — 8. В каждом малом периоде, определяемом количеством кислорода (есть и большие периоды), будет содержаться наибольшее количество, 8 элементов, или, как увидим дальше, меньше. И это определяет суть периодического закона, потому что здесь видна, во-первых, повторяемость, а во-вторых, разрывы сплошности самой кривой, потому что вдруг от такого элемента, который имеет наибольшее содержание кислорода, например 7 или 8, вдруг мы переходим к элементу с малым содержанием кислорода. В-третьих, периодичность частная.

Ну вот и сущность периодического закона. Как же ее выразить в простейшем виде или формулировать после этого предварительного описания или введения? Где формулировка, чрезвычайно простая и связанная со всей историей изучения природы? Ведь в изучении природы надо отличить время классической древности, когда природу, можно сказать, хотели из себя выдумать или общими наблюдениями хотели уразуметь ее основные законы, не мерили или мало мерили и не находили тех общих, точнее всеобщих законов, которым природа подчиняется. Это время должно отличать от того времени, которое начинается с Галилея и Ньютона, старавшихся и успевших при численном измерении открыть истинные законы природы, в одном случае — закон падения тел, а в другом случае — закон падения светил или их взаимного притяжения, старавшихся в числах находить и выражать законы, управляющие отношениями веществ. Вы знаете, что введенные формулы, введенная формулировка законов, как Галилея, так и Ньютона, даже и Кеплера, включает в себе понятие массы. Понятие о массе вещества составляет главную характеристику этих новейших направлений в изучении природы.

Это понятие о массе надобно, очевидно, приложить к химии, оно в самом начале развития химии, со времен Лавуазье, и дало все направление науке химии. Ведь Лавуазье оттого и просветил все поле химических иссле-

дований, что начал с химического реагирования в массах и начал с того, что вещество не творится и не пропадает, так как масса остается неизменной. Точно так же законы Дальтона и все последующие прикасаются так или иначе к понятию о массе. И, следовательно, периодический закон также включает в себя понятие о массе.

*Свойства элементов, а так как очень часто смешивают понятие простых тел и элементов, то прибавим, и простых тел, ими образуемых, и сложных тел, эти элемент заключают, представляют периодическую функцию от величины атомных весов, элементам свойственных.*

Это формулировка периодического закона. Мы увидим, что и другие свойства такой же периодичности подчиняются и что на основании этого закона, как на основании всякого рода закона, можно предвидеть многое из того, что не видим, т. е. предугадывать.

Этот закон сам по себе, как и всякие другие, говорит о малом, говорит немного. Говорят, ведь закон извлекается из фактов, следовательно, это только сокращенное изложение фактов, а что же он прибавляет? Но вот теперь мы и остановимся на том, что он прибавляет, и увидим следующее.

Для такого человеческого дела, как изучение предмета, можно иметь в виду пользу двоякую такого рода. Во-первых, сокращение времени. Это одна сторона, которую я сейчас и выставлю по отношению к этому закону, а во-вторых, узнавание того, что мы не знаем, т. е. другими словами, обладание предметом. Когда мы имеем факты, мы имеем только глаза, конечно, разумом управляемые, но управляют-то нашими глазами внешние предметы; другими словами, мы становимся рабами фактов. Знание же требует, и его основная задача есть обладание фактами, т. е. иметь такой факт, которого не видели глаза, не имели руки и который познается, воспринимается органами чувств только благодаря закону. Тут факт только проверяет точность или справедливость закона, после чего является уверенность. Законы тем и могут быть важны, что они дают обладание вместо рабства, они дают возможность предугадывать то, что фактически неизвестно.



И поэтому эту двоякого рода выгоду, пользу, значение законов выставим по отношению к периодическому закону. Итак, сперва, сокращение времени. Время при изучении предмета тратится, во-первых, на изучение его, а во-вторых, на сличение, сопоставление того, что известно для одного элемента, с тем, что известно для другого. Вот эта сторона приобрела с периодическим законом совершенно ясное и определенное значение.

Гораздо более достойна разбора другая сторона предмета или другие выгоды, которые доставляет периодический закон. Он позволяет предвидеть то, чего фактически мы не знаем, чего органы не воспринимали, например, существование таких элементов, которые еще неизвестны, или таких свойств, которые еще не измерены. Чтобы понять возможность этого, достаточно сказать следующие немногие слова в этом отношении.

Представим себе, что мы бы знали в одной из строк один элемент из первой группы, один из второй, один из четвертой, пятой, шестой и седьмой и знали бы их на основании уже известных соединений. Так как атомные веса возрастают, то, если элемент третьей группы неизвестен, мы сейчас узнаем атомный вес этого элемента: ведь он средний между атомными весами элемента второго и четвертого ряда, т. е.  $R_2O_2$  и  $R_2O_4$ , и кроме того, он средний между атомным весом верхнего и нижнего. Следовательно, взяв эти два средних, мы найдем число, отвечающее атомному весу этого недостающего элемента. Точно так же мы узнаем все его свойства, например его формы соединений, прямо по периодической системе, а следовательно, и плотность паров. Свойства химические, кислотные или основные идут последовательно: натрий совсем щелочной, а хлор совершенно кислотный. На этом основании мы узнаем химические и физические свойства промежуточного элемента. Но проверку закона могут составлять и действительно составляют те факты, которые были предвидены умственным образом и которые с течением времени оказываются верными. Это касается всей совокупности свойств, до удельного веса окисей, теплоемкости, плотности паров всех соединений

включительно. Только тогда периодический закон должно считать было оправданным.

*Менделеев Д.И. Избранные лекции по химии. – М., 1968. - С.143-167.*

## **1.2. УЧЕНИЕ О СТРУКТУРЕ ВЕЩЕСТВА**

### ***Бутлеров А.М. Лекции органической химии***

Между неорганическими, или безуглеродистыми, соединениями и органическими, или углеродными, нет никакого особого различия, что деление химии на органическую и неорганическую — искусственно; те признаки, которыми отличали прежде органические вещества, как, например, большая сложность, изменяемость, способ происхождения только в организме, ныне оказываются несостоятельными. Мы находим и неорганические вещества весьма сложные, весьма изменяемые и умеем углеродистые соединения готовить искусственно, лабораторными способами. Таким образом, только совершенно искусственно очерчивая область этого предмета, мы скажем, что *химия органическая есть химия углеродных соединений*. Черта, которая особенно выдается в соединениях углеродистых и на которую указано было, заключается в том, что при сравнительно малом разнообразии по натуре составных частей является огромное количество соединений. Было указано, что углеродистые соединения в главной своей массе заключают четыре составные части: углерод, водород, кислород и азот. Особенно частое присутствие этих элементарных веществ в составе углеродистых соединений и дает им название органоенов.

Одно из объяснений разнообразия органических соединений при сравнительном однообразии их составных частей. В самом деле, если мы имеем два вещества, совершенно даже одинакового процентного состава, но если их частичные величины различны, то очевидно этим и объясняется их различие. И вот это-то явление в углеродистых соединениях встречается крайне часто. Примером всего лучше может служить для нас этилен и

другие углеводороды, которые по натуре своей близки химически к этилену.

Является возможность выразить ряд углеродистоводородных соединений, постепенно усложняющихся, общей формулой. В самом деле, состав их таков, что пайное количество водорода вдвое более угля, следовательно, как привыкли мы выражать, на  $n$  частей угля в этом ряду приходится  $2n$  водорода, т.е.  $C_nH_{2n}$ ; вот общая формула целого ряда углеводородных веществ, имеющих одинаковый процентный состав, но различную величину частицы. Если мы возьмем разность между составом каждого члена с его последующим членом в этом ряду, то увидим, что разница эта везде одинакова, именно  $CH_2$ , помноженному на число промежутков для более отдаленных членов ряда. Такое отношение называется *гомологией* органических соединений. Это отношение, как увидим, будет повторяться и в других рядах, более сложных по составу. Итак, если вещества отличаются друг от друга по количеству угля и водорода на  $CH_2$ , говорим: они гомологичны, составляют члены одного и того же *гомологического ряда*. Написанный выше ряд будет гомологическим рядом углеводородов этиленного ряда, для которых общая формула, как указано,  $CH_2$ . Должно прибавить здесь же, что гомологии обыкновенно отвечает аналогия химической функции, химического отправления, так что названные соединения этиленного ряда гомологичны и аналогичны". Это придает особое и важное значение гомологии.

При одинаковости состава благодаря только изменяющейся величине частицы мы имеем уже большое разнообразие углеводородов; все они связаны между собою определенным весовым отношением по составу, отношением, которое мы назвали гомологией. Но в этом ряду углеводородов есть еще и другое отношение, имеющее другое название и немаловажное значение. Если два, три или более вещества имеют совершенно одинаковый процентный состав, но различную величину частицы, то называются *полимерами*. Следовательно, говоря о полимеризации, подразуме-

мевают, что вещество, ничего не теряя, ничего не принимая, переходит в более сложное тело только с большей частицей.

Вещество, которое является более простым между полимерами, фактически связанными, т.е. то вещество, из которого фактически полимеры получаются, называется мономером; самые названия полимеров указывают на это происхождение: ди-, три-бутилен, т.е. удвоенный, утроенный бутилен.

Если бы нам приходилось знать одни углеродистые соединения, то, пожалуй, не пришла бы в голову мысль о существовании кратных пропорций, так незначительно и постепенно изменяются весовые количества соединяющихся элементов. Но именно благодаря тому, что понятие о кратности установлено и, главное, что мы имеем понятие о частице и ее определение по химическим реакциям и закону объемности, мы видим, что кратность вполне сохраняется и каждое из соединений действительно отвечает определенной химической пропорции.

Однако же этим разнообразие органических соединений далеко еще не исчерпывается.

Причина усложнения углеродистых частиц и образования сложных гомологических соединений заключается в способности атомов углерода соединяться между собою. Благодаря этой способности количество атомов угля в частице может возрасть и вместе с этим возрастает и количество атомов водорода, галоидов и прочих, соединенных с углем.

Представление о взаимной связи между углеродистыми паями ведет к тому, что можно иметь соединения одинакового совершенно состава, одинаковой величины частицы, но тем не менее различные по свойствам, и это находится вполне в согласии с фактами. Мы знаем два углеводорода состава  $\text{OH}_n$ , различных по свойствам и по способу образования. Итак, является новая причина огромного разнообразия органических соединений, это различие заключается в различии химического строения при одинаковости величины частицы и состава; это, так сказать, более

тонкое отношение несет название *изомерии*. Если два вещества при одинаковости состава и величине частиц различны, то они изомерны, и чем больше атомов в частице, тем более шансов для изомерии.

Если количество углеродных атомов велико, то количество изомеров так значительно, что их приходится считать сотнями. Вот собственно то, до чего мы уже дошли, не затрагивая веществ многоатомных. Спрашивается, что будет, если мы еще допустим в соединении и многоатомные вещества, как кислород, азот и др[угие] элементы? Мы увидим, что эти вещества могут обуславливать еще большее разнообразие в строении частиц, и, рассматривая соединения, заключающие эти элементы, приходим снова к необходимости судить о строении частиц, основываясь на том, что это суждение может иметь весьма твердое основание и что оно не только возможно, но и необходимо.

Является возможность частицы, которая, имея одинаковый состав и величину частицы, представляет изомерию еще более грубую — изомерию, которая еще легче обнаруживается. Эти случаи, когда углеводородные соединения отличаются одно от другого способом химической связи, удерживающей находящиеся в них углеродные паи в частице, называются *метамерией*.

Изучая как физические, так и химические свойства углеродных соединений, принимая во внимание четырехатомность углерода и атомность других элементов, можем судить о химическом строении вещества, т.е. о распределении химического взаимодействия между отдельными атомами в частице. С этой точки зрения становится понятной возможность такого разнообразия углеводородов и углеродистых веществ вообще по составу, которое видим на деле. С одной стороны, мы видели, существуют тела, различие которых определяется составом, различием пропорций соединений, затем вещества такие, которые при одинаковости пропорций имеют различную величину частицы, изомеры и метамеры. Если бы только первые случаи имели место, тогда, пожалуй, можно было бы обойтись

без суждения о химическом строении, но мы встречаем такие вещества, чего нет в минеральной химии, у которых при одинаковости состава и величины частицы свойства различны. Здесь дело сводится к различию химического строения, или, как прежде говорили, к различной химической конституции веществ.

*Бутлеров А.М. лекции органической химии. – М., 1990.- С.16-34.*

### **1. 3. УЧЕНИЕ О ХИМИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ**

#### ***Семенов Н.Н. Ценные реакции***

Первый вопрос, который ставит себе химия при синтезе какого-либо нового вещества,— это вопрос о том, из каких исходных веществ и при каких температурных и прочих условиях может быть получен интересующий нас продукт. Правила валентности, теория строения — с одной стороны, и химическая термодинамика — с другой, дают при решении этого вопроса довольно сильное оружие в руки химика. Чем глубже и подробнее мы знаем свойства вещества и его строение, тем увереннее может действовать химик в своих синтезах. Однако может быть еще гораздо более важен второй вопрос, связанный с химическим превращением, особенно в промышленности. Это вопрос о скорости превращения и проценте выхода нужного продукта. Этот вопрос, вопрос химической динамики, по крайней мере на современном уровне наших знаний, не может быть решен на основе наших сведений о свойствах исходных веществ. Вопрос здесь упирается в отыскание новых *динамических* характеристик исходных веществ, т. е. тех свойств, которые проявляет вещество во время тех или иных своих превращений. А так как вся физика и физическая химия связаны в основном с определением и объяснением статических характеристик вещества, то не мудрено, что в результате такой «статической» природы всей нашей науки она оказалась беспомощной в создании теории динамики химического превращения.

Мы должны только помнить, что построение теории химической динамики связано с рядом глубоких перестроек в самой системе наших наук,

приспособленных пока в основном для решения статических или, в лучшем случае, равновесных систем. Итак, мы полагаем, что создание учения о химической динамике есть одна из главнейших физико-химических задач нашего времени.

Перед нами стоит задача нахождения общих кинетических закономерностей течения реакций. Мы уже упоминали, что статические свойства веществ недостаточны для построения химической динамики. Мы должны найти новые, динамические характеристики. Это значит, что привычные константы, как теплоемкость, растворимость, активность и прочее, недостаточны; это значит, что мы должны характеризовать динамические процессы новыми динамическими константами.

Исходя из общих термодинамических соображений Вант-Гофф впервые устанавливает знаменитый температурный закон, закон зависимости констант скорости реакций от температуры. Кинетический смысл этого закона, его необычайная точность и универсальность были раскрыты Аррениусом в 1889 году.

Аррениус показал, что в реакцию входит не всякая молекула, но лишь «активная молекула», обладающая определенной избыточной энергией  $E$ . Величина  $E$ , различная для разных реакций, была названа энергией активации. Она является самой существенной динамической константой реагирующих веществ.

Уже во времена Вант-Гоффа было известно, что большинство химических реакций в своей кинетике обнаруживают ряд особенностей, которые не следуют простым законам.

По его идее эта сложность реакций обусловлена различными возмущающими воздействиями (*action perturbatrice*), искажающими нормальное течение реакции.

Если это не всегда удается практически, то, принципиально говоря, все эти внешние возмущающие действия могут быть устранены, и тогда, по мнению Вант-Гоффа, реакция обнаружит всегда нормальное поведение.

К таким возмущающим причинам Вант-Гофф относит, например, тепло, выделенное реакцией, автокатализ конечными продуктами, вторичные реакции в системе, катализ стенкой и т. п.

Между тем становилось все более очевидным, что число нормально протекающих реакций очень мало и что почти все реакции в своем поведении обнаруживают значительные отклонения от обычных законов \*.

Назрело время подвергнуть дискуссии вопрос о том, в какой мере эти сложности связаны с побочными, осложняющими простую кинетику обстоятельствами и не являются ли они отражением каких-то новых кинетических закономерностей, принципиально связанных с процессами химического превращения, закономерностей, неизвестных создателям химической кинетики.

Не хватало теоретической точки зрения, которая могла бы возглавить такую дискуссию, не хватало теории, которая наметила бы путь к обобщению разрозненных фактов и дальнейшему экспериментированию в области сложных реакций.

Всего каких-нибудь десять лет назад наметился и всего четыре года назад был реализован новый путь к дальнейшим обобщениям.

Цепная кинетика реакций является, как мне кажется, вторым крупным шагом на пути развития кинетической характеристики реакций. Представление о цепи реакций впервые появилось в 1913 г. в работе Боденштейна [в применении к фотохимической реакции образования  $\text{HC}_1$ ].

В 1927 и 1928 гг. в Оксфорде, в Ленинграде и частично в Принстоне цепная теория была применена к изучению реакций между веществами, способными к воспламенению и взрыву.

Самое важное, - что теория шла здесь рука об руку с новыми экспериментами, приводящими к открытию новых и объяснению старых, давно забытых и совершенно непонятных явлений. Эти работы привели к количественным формулировкам новых цепных закономерностей, общих для целого большого класса явлений, и очертили ту область реакций, которая спе-



цифична для новых представлений. Они подняли широкий интерес к этой новой области реакций и вызвали к жизни в 1930—1933 гг. широкую волну новых кинетических исследований. Поэтому мы склонны считать, что именно эти работы положили фундамент нового развития химической кинетики.

Известно, что кинетический смысл закона Вант-Гоффа—Аррениуса заключается в следующем. Всякая молекула обладает известной устойчивостью. Эта относительная устойчивость молекулы мешает ей вступить в реакцию, хотя бы при этой реакции свободная энергия и сильно уменьшалась. Для реакции необходимо, чтобы молекула обладала энергией, превышающей некоторую величину. При этом относительная устойчивость молекулы преодолевается, и она получает возможность реагировать.

Христиансен и Крамере обратили впервые внимание на одну существенную ошибку в кинетическом толковании закона Вант-Гоффа — Аррениуса. Дело в том, что при каждой элементарной реакции выделяется энергия  $E + Q$  ( $E$  — энергия активации,  $Q$  — тепловой эффект реакции). Эта энергия в первый момент заключена в двух-трех молекулах, являющихся продуктами одного элементарного превращения. Только после большого числа столкновений эта энергия выравнивается и переходит в нагрев всего газа в целом.

Таким образом, сама реакция создает в газе богатые энергией частицы и является, наряду с тепловыми соударениями, источником пополнения запаса активных молекул.

Каждая реакция создает частицы, энергия которых равна  $Q + E$ . Сами по себе эти частицы, будучи продуктами реакции, реагировать не могут. Однако при соударении их с молекулой исходных веществ они могут ей передать порцию энергии, равную или большую  $E$ , и создать таким образом новую активную молекулу.

Отсюда есть среднее число элементарных реакций  $\alpha$ , вызываемых каждой данной частицей. Мы назовем  $a$  вероятностью продолжения цепи.

В этом случае достаточно наличие ничтожно малого числа активных молекул в начальный момент, чтобы затем реакция развивалась сама по себе исключительно за счет своих внутренних энергетических ресурсов. Соответственно и скорость реакции  $w$  будет бесконечно расти.

Энергия активации  $E$ , определяющая относительную устойчивость реагирующих молекул, вообще говоря, не зависит от эффекта реакции, т.е. уменьшения свободной энергии системы при реакции. Термодинамическое понятие сродства отнюдь не определяет собой энергии активации  $E$  реакции, а значит и скорости реакции. Так будет в реакциях, где цепи не играют практически никакой роли.

Наоборот, в цепных реакциях именно эффект реакции, т.е. порции энергии, которые выделяются при каждом химическом акте, определяют развитие цепи и таким образом влияют на скорость реакции.

Чем длиннее цепь, тем больше химическое сродство влияет на скорость реакции. И, наконец, в условиях когда скорость реакции автоматически увеличивается и начальные центры перестают играть существенную роль, выделяющаяся при химическом процессе свободная энергия является основной силой, определяющей скорость превращения. Реакция черпает из своих внутренних энергетических ресурсов возможности развития.

Мы видели, что главной величиной, определяющей развитие цепи, является вероятность продолжения цепи  $a = \frac{\varepsilon}{1 + \Delta\tau/\Delta\theta}$ .

Величина  $\varepsilon$  определяется свободной энергией, выделяющейся при химическом превращении. Поэтому скорость цепной реакции тем больше, чем больше ее энергетический эффект. Однако в выражение для  $a$  входит вторая величина  $\Delta\theta$ , которая существеннейшим образом влияет на ход реакции.  $1/\Delta\theta$  есть скорость выравнивания энергии. Это та скорость, с которой исчезают бесполезно для реакции активные молекулы. Если  $\Delta\theta$  мало, то как бы ни было велико  $\varepsilon$ , длина цепи будет ничтожно мала,  $\varepsilon$  всегда достаточно велико (близко к 1), но в том случае, когда  $\Delta\theta$  очень мало,  $a$  также мало и цепь практически отсутствует.

И вот именно эта величина  $\Delta\theta$  является той основной динамической константой, которая учитывает специфичность реакции в общих законах цепных реакций: в зависимости от того, в какой форме концентрируется энергия реакции, величина  $\Delta\theta$  может иметь самые различные значения. Если это кинетическая энергия, то она рассеивается крайне быстро,  $\Delta\theta$  мало,  $a$  мало и цепей практически нет. Если это — колебательная энергия или энергия электронного возбуждения, то  $\Delta\theta$  имеет большую величину. Если это — химическая энергия (энергия атомов и радикалов),  $\Delta\theta$  еще больше. Наконец, самых больших значений  $\Delta\theta$  достигает в том случае, когда энергия реакции запасается в очень неустойчивых, но все же определенных насыщенных химических соединениях (например, типа пероксидов), которые спустя весьма значительное время при благоприятных обстоятельствах освобождают запасенную в них энергию, чтобы вызвать за счет этой энергии новый акт химического превращения исходных веществ.

Мы можем, таким образом, сказать, что способность исходных веществ давать неустойчивые химические соединения, наряду с тепловым эффектом реакции, является величиной, определяющей длину цепи и скорость цепной реакции. Известно, что катализ во многих случаях связан со способностью катализаторов давать промежуточные неустойчивые соединения с исходными веществами. С другой стороны, некоторые химики (например, В.Н.Ипатьев) склонны рассматривать катализатор как «трансформатор химической энергии». В свете цепной теории мы можем ясно формулировать эту мысль так: в известных случаях действие катализатора сводится к защите порций энергии, выделяющихся при элементарных актах химических реакций, от рассеивания путем образования промежуточных соединений, в результате чего увеличиваются длина цепи и скорость реакции.

*Семенов Н.Н. Цепные реакции. – М., 1986. - С.15-32.*

## 1.4. ХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

### *А. П. Руденко. Химическая эволюция и биогенез*

Химическая эволюция, приводящая к возникновению жизни, - биогенез, является единственной формой диалектического перехода от неживого вещества в живое среди всех возможных процессов развития материального мира. Знания в этой области всегда составляли существенную часть картины мира и материалистического мировоззрения. Поэтому проблемы химической эволюции и биогенеза относятся к важнейшим вопросам естествознания, представляют большой интерес для материалистической философии и давно уже привлекают внимание ученых разных специальностей.

Химики не занимались этой проблемой, несмотря на то, что проблема химической эволюции и биогенеза по сути химическая и является одной из актуальнейших проблем химии.

А.П.Руденко была разработана общая теория химической эволюции и биогенеза, описывающая условия, закономерности и естественные этапы до-биологической химической эволюции и обосновано выделение новой области науки - эволюционной химии, изучающей объекты и процессы химической эволюции, ее условия и законы, естественные этапы и биогенез.

*Причины и закономерности химической эволюции.* Наиболее существенной частью знания в области химической эволюции и происхождении жизни, даваемого теориями эволюционного катализа и общей теорией химической эволюции и биогенеза, являются представления о принципах и законах химической эволюции, ее причинах и движущих силах в механизме естественного отбора. Выявление закономерностей и причин химической эволюции стало возможным только в результате разработки количественной теории, описывающей эволюцию ЭОКС (элементарных открытых каталитических систем), и использования количественных параметров кинетического, термодинамического, вероятностного и информационного характера в виде эволюционных функций.

Среди эволюционных закономерностей химии выделяются:

- принципы существования ЭОКС при неизменной их природе, характеризующие особенности их неравновесной структурной и функциональной организации;

- принципы выживания при однократных необратимых изменениях природы ЭОКС, характеризующие особенности эволюционных изменений и химического поведения систем при их взаимодействиях со случайными факторами внешней среды и механизм первичного естественного отбора на выживание систем;

- принципы развития при многократных изменениях природы ЭОКС, характеризующие возможность химической эволюции в виде цепей последовательных эволюционных изменений;

- принципы саморазвития, самоорганизации и самоусложнения ЭОКС, характеризующие направленность эволюции, ее причины, движущие силы и механизм естественного отбора по прогрессивным качествам.

Эти принципы являются следствием проявления основного закона прогрессивной химической эволюции, определяющего наибольшую скорость или наибольшую вероятность тех путей эволюционных изменений, которые приводят к максимальному эволюционному эффекту, количественно измеряемому функциями от абсолютной каталитической активности  $\alpha$  как переменной.

Причиной прогрессивной химической эволюции является тенденция к росту рассеивания свободной энергии базисного обменного процесса, т. е. движущей силой является сама базисная реакция. Происходит саморазвитие ЭОКС по основному параметру  $\alpha$ , сопровождаемое постоянным ростом общей мощности базисной реакции.

*Основной закон эволюции и самоорганизация химических систем*, ЭОКС свойственна определенная нарастающая структурная и функциональная организация на всех этапах химической эволюции, начиная с образования простейших ЭОКС. Высота этой организации измеряется внутренней полезной работой базисного процесса, направленной против равновесия и

совершаемой в кинетической и конституционной сферах ЭОКС за счет временного задержания части освобождаемой в базисной реакции энергии. В ходе эволюции происходит саморазвитие организации (самоорганизация) ЭОКС в направлении увеличения коэффициента полезного использования энергии базисного процесса на внутреннюю полезную работу, чем она и может быть оценена количественно. В ходе эволюции происходит также саморазвитие сложности (самоусложнение) ЭОКС в направлении увеличения объема эволюционной информации, запечатленной в физико-химических изменениях системы и измеряемой числом актов эволюционных изменений систем. Однако теория показывает, что уровень самоорганизации и самоусложнения систем по прогрессивным и регрессивным путям развития, ограниченным одним и тем же числом эволюционных стадий, один и тот же. Различна лишь скорость роста самоорганизации и самоусложнения; она выше по прогрессивным путям эволюции, чем по регрессивным. Это значит, что естественный отбор идет не по самим параметрам, характеризующим организационную сложность ЭОКС, а по скоростям их возрастания, зависящим от кинетического параметра  $\alpha$ . Из этого следует, что самоорганизация и самоусложнение ЭОКС подчинены их саморазвитию по параметру  $\alpha$  и не могут происходить независимо. Сущность и механизм этих процессов не могут быть поняты в отрыве от сущности явления саморазвития. Поэтому неправильно рассматривать самоорганизацию в прогрессивной эволюции в отрыве от саморазвития и искать причины самоорганизации вне рамок проявления основного закона эволюции. Для рассмотрения вопросов самоорганизации прежде всего должен быть выявлен основной закон и определены движущие силы эволюции или хотя бы учтена зависимость эффекта самоорганизации от проявлений основного закона, подразумеваемого в неявной форме.

*Руденко А.П. Химическая эволюция и биогенез // Философия и социология науки и техники. Ежегодник. – М., 1987. - С.70-71,75, 79-81.*

## II. БИОЛОГИЯ

### 2.1. ПРОБЛЕМА СУЩНОСТИ ЖИЗНИ

#### *Аристотель. О частях животных*

Я выдвигаю как раз вопрос: следует ли, беря каждую единичную сущность, определять ее самое по себе, как, например, природу человека, льва, быка или кого другого, занимаясь каждым в отдельности, или брать только то общее, что совпадает во всех них, полагая в основу какой-либо общий признак. Ведь много тождественного присуще различным родам животных, как, например, сон, дыхание, рост, убывание, смерть и, сверх того, другие подобного рода переживания и состояния; говорить сейчас о них было бы неясно и невразумительно. Очевидно, что, говоря даже отдельно о каждом животном, мы зачастую скажем то же самое и о многих, ибо и лошадям, и собакам, и людям присуще каждое из упомянутых явлений; следовательно, если кто-нибудь станет говорить в отдельности о происходящем с ними, он будет принужден часто говорить об одном и том же, так как один и те же явления присущи различным видам животных, ничем не различаясь между собою. Иного рода, несомненно, явления, которые имеют одно и то же наименование, но носят видимое отличие, например, передвижение животных: ведь оно, очевидно, не является единым по виду, так как летание, плавание, хождение и ползание отличаются друг от друга. Поэтому не следует упускать из виду, как должно нести рассмотрение: я имею в виду, надо ли сначала рассматривать общее и родовое, а затем особенности, или сразу же - обращаться к частностям. В данный момент этот вопрос остается нерешенным, как и тот, о котором мы скажем сейчас, а именно: надлежит ли и естествоиспытателю по примеру математиков, доказывающих астрономические проблемы, сначала рассмотреть явления, относящиеся к животным, и части каждого из последних, чтобы затем уже говорить об основаниях и причинах происходящего, или как-нибудь иначе? Сверх того, так как мы усматриваем много

причин для физического происхождения, например, причину «ради чего» и причину «откуда идет начало движения», следует определить и относительно этих причин, какая из них по природе первая и какая вторая. По-видимому, первой является та, которую мы называем причиною «ради чего», ибо она содержит разумное основание, а разумное основание одинаково и в произведениях искусства, и в произведениях природы. Ведь, руководствуясь мышлением или чувствами, и врач, и строитель дают себе отчет в основаниях и причинах, по которым один занят здоровьем, а другой постройкой дома, и почему следует поступать именно так. Но в произведениях природы «ради чего» и прекрасное проявляется еще в большей мере, чем в произведениях искусства. Необходимость же, которую почти все пытаются положить в основание, не различая, во скольких значениях можно говорить о необходимом, присуща произведениям природы не всем в одинаковой степени. Необходимость простая присуща существам вечным; необходимость условная, т.е. согласно предположению, - всему возникающему, как, например, из предметов искусственно сооруженных—дому или любому подобного рода предмету. Необходимо ведь иметь в наличии материал определенного качества, раз намечена постройка дома или поставлена какая-нибудь другая цель; и сначала должно возникнуть и быть приведено в движение именно это, а затем уже и то, и таким способом надо идти последовательно, пока не будет достигнута цель и ради чего каждый предмет возникает и существует. Так же происходит и со всем, что порождается природой.

*Аристотель. О частях животных – М., 1937. – С. 33-35.*

### ***Аристотель. О душе***

Итак, под сущностью мы разумеем один из родов сущего; к сущности относится, во-первых, материя, которая сама по себе не есть определенное нечто; во-вторых, форма или образ, благодаря которым она уже называется определенным нечто, и, в-третьих, то, что состоит из материи и формы. Ма-



терия есть возможность, форма же - энтелехия, и именно в двойном смысле - в таком, как знание, и в таком, как деятельность созерцания.

По-видимому, главным образом тела, и притом естественные, суть сущности, ибо они начала всех остальных тел. Из естественных тел одни наделены жизнью, другие - нет. Жизнью мы называем всякое питание, рост и упадок тела, имеющие основание в нем самом (di'aytoy). Таким образом, всякое естественное тело, причастное жизни, есть сущность, притом сущность составная.

Но хотя оно есть такое тело, т. е. наделенное жизнью, оно не может быть душой. Ведь тело не есть нечто принадлежащее субстрату (hurokeimenon), а скорее само есть субстрат и материя. Таким образом, душа необходимо есть сущность в смысле формы естественного тела, обладающего в возможности жизнью. Сущность же [как форма] есть энтелехия; стало быть, душа есть энтелехия такого тела. Энтелехия же имеет двойкий смысл: или такой, как знание, или такой, как деятельность созерцания; совершенно очевидно, что душа есть энтелехия в таком смысле, как знание.

Ведь в силу наличия души имеются и сон, и бодрствование, причем бодрствование сходно с деятельностью созерцания, сон же - с обладанием, но без действия. У одного и того же человека знание по своему происхождению предшествует деятельности созерцания.

Именно поэтому душа есть первая энтелехия естественного тела обладающего в возможности жизнью. А таким телом может быть лишь тело, обладающее органами. Между тем части растений также суть органы, правда совершенно простые, как, например, лист есть покров для скорлупы, а скорлупа — покров для плода, корни же сходны с ртом: ведь и то и другое вбирает пищу. Итак, если нужно обозначить то, что обще всякой душе, то это следующее: душа есть первая энтелехия естественного тела, обладающего органами. Потому и не следует спрашивать, есть ли душа и тело нечто единое, как не следует это спрашивать ни относительно воска и отпечатка на нем, ни вообще относительно любой материи и того, материя чего она есть. Ведь хо-

тя единое и бытие имеют разные значения, но энтелехия есть единое и бытие в собственном смысле.

\*\*\*

Итак, отправляясь в своем рассмотрении от исходной точки, мы утверждаем, что одушевленное отличается от неодушевленного наличием жизни. Но о жизни говорится в разных значениях, и мы утверждаем, что нечто живет и тогда, когда у него наличествует хотя бы один из следующих признаков: ум, ощущение, движение и покой в пространстве, а также движение в смысле питания, упадка и роста. Поэтому, как полагают, и все растения наделены жизнью. Очевидно, что они обладают такой силой и таким началом, благодаря которым они могут расти и разрушаться в противоположных пространственных направлениях, а именно: не так, что вверх растут, а вниз - нет, но одинаково в обоих направлениях и во все стороны растут все растения, которые постоянно питаются и живут до тех пор, пока способны принимать пищу.

Эту способность можно отделить от других, другие же способности смертных существ от нее отделить нельзя. Это очевидно у растений: ведь у них нет никакой другой способности души.

Таким образом, благодаря этому началу жизнь присуща живым существам, но животное впервые появляется благодаря ощущению; в самом деле, и такое существо, которое не движется и не меняет места, но обладает ощущением, мы называем животным, а не только говорим, что оно живет.

*Аристотель. О душе // Аристотель. Соч.: В 4 т. Т.1 –М., 1975. – С.-394-399.*

### ***Г.В.Лейбниц. Монадология***

62. Таким образом, хотя каждая сотворенная монада представляет весь универсум, но отчетливее представляет она то тело, которое собственно с ней связано и энтелехию которого она составляет; и, как это тело вследствие связности всей материи в наполненном пространстве выражает весь универ-

сум, так и душа представляет весь универсум, представляя то тело, какое ей, в частности, принадлежит.

63. Тело, принадлежащее монаде, которая есть его энтелехия, или душа, образует вместе с энтелехией то, что можно назвать *живым существом*, а вместе с душою — то, что называется *животным*. А это тело живого существа, или животного, бывает всегда органическим; ибо так как всякая монада по-своему есть зеркало универсума, а универсум устроен в совершенном порядке, то необходимо должен быть также порядок и в представляющем, т. е. в восприятии души, и, следовательно, также и в теле, сообразно которому универсум отражается в душе.

64. Таким образом, всякое органическое тело живого существа есть своего рода божественная машина, или естественный автомат, который бесконечно превосходит все автоматы искусственные, ибо машина, сооруженная искусством человека, не есть машина в каждой своей части: например, зубец латунного колеса состоит из частей, или кусков, которые уже не представляют более для нас ничего искусственного и не имеют ничего, что выказывало в них машину, в отношении к употреблению, к какому колесо было предназначено. Но машины в природе, т. е. живые тела, и в своих наималейших частях до бесконечности продолжают быть машинами. В этом и заключается различие между природой и искусством, т. е. между искусством божественным и нашим.

65. И творец природы мог применить это божественное и бесконечно чудесное искусство, потому что каждая часть материи не только способна к бесконечной делимости, как полагали древние, но, кроме того, и действительно подразделена без конца, каждая часть на части, из которых каждая имеет свое собственное движение; иначе не было бы возможно, чтобы всякая часть материи была в состоянии выражать весь универсум.

66. Отсюда мы видим, что в наималейшей части материи существует целый мир творений, живых существ, животных, энтелехий, душ.

67. Всякую часть материи можно представить наподобие сада, полного растений, и пруда, полного рыб. Но каждая ветвь растения, каждый член животного, каждая капля его соков есть опять такой же сад или такой же пруд.

68. И хотя земля и воздух, находящиеся между растениями в саду, или вода — между рыбами в пруду не есть растение или рыба, но они все-таки опять заключают в себе рыб и растения, хотя в большинстве случаев последние бывают так малы, что неуловимы для наших восприятий.

69. Таким образом, во вселенной нет ничего невозделанного, или бесплодного: нет смерти, нет хаоса, нет беспорядочного смещения, разве только по видимости; почти то же кажется нам в пруду на некотором расстоянии, от которого мы видим перепутанное движение рыб и, так сказать, кишение их, не различая при этом самих рыб.

70. Отсюда видно, что у каждого живого тела есть господствующая энтелехия, которая в животном есть душа; но члены этого живого тела полны других живых тел, растений, животных, из которых каждое имеет опять свою энтелехию, или господствующую душу.

71. Но нельзя вместе с некоторыми плохо понявшими мою мысль вообразить, будто каждая душа имеет массу или часть материи, собственно ей присвоенную, и что она, следовательно, владеет другими низшими живыми существами, обреченными на вечную ей службу. Ведь все тела, подобно рекам, находятся в постоянном течении, и части непрерывно входят в них и выходят оттуда.

72. Таким образом, душа меняет тело только понемногу и постепенно, так что она никогда не лишается сразу всех своих органов; и часто с животными случаются метаморфозы, но у них никогда не бывает метемпсихозы или переселения душ. Не бывает ни душ, совершенно *отделенных* от тела, ни бестелесных *гениев*. Один только Бог всецело свободен от тела.

73. Поэтому никогда не бывает также ни полного рождения, ни совершенной смерти, в строгом смысле, состоящей в отдалении души. И то, что мы называем рождениями, представляет собой развития (developpments) и

увеличения, а то, что мы зовем смертями, есть свертывания (*envelopments*) и уменьшения.

74. Философы были в большом затруднении насчет происхождения форм, энтелехий, или душ; но теперь, когда замечено путем точных исследований, произведенных над растениями, насекомыми и животными, что органические тела в природе никогда не происходят из хаоса или из гниения, но всегда из семян, в которых, без сомнения, имела место некоторая преформация, то отсюда было сделано заключение, что не только органическое тело существовало еще до зачатия, но и душа в этом теле, и, одним словом, само животное и что посредством зачатия это животное было лишь побуждено к большому превращению, чтобы стать животным другого рода. Нечто подобное замечаем мы и там, где нет собственно рождения, например когда черви становятся мухами, а гусеницы — бабочками.

75. *Животные*, из коих некоторые посредством зачатия возвышаются до степени весьма больших животных, могут быть названы *семенными*. Но те из них, которые остаются в пределах своего рода, т. е. большинство, рождаются, размножаются и гибнут так же, как и большие животные, и только малое число избранных выходит на более обширную арену.

76. Но это было бы только половиной истины. Поэтому я вывел заключение, что если животное естественным образом никогда не начинается, то оно и не погибает естественным же образом, и что не только не будет полного рождения, но не будет также и полного уничтожения или смерти в строгом смысле слова. И эти положения, добытые *апостериори* и извлеченные из опыта, совершенно согласуются с моими принципами, выведенными выше *априори*.

77. Итак, можно сказать, что не только неразрушима душа (зеркало неразрушимого универсума), но и самое животное, хотя его машина часто гибнет по частям и покидает или принимает органические одеяния.

78. Эти положения дали мне средство объяснить естественным образом соединение, или, скорее, согласие, души с органическим телом. Душа следу-

ет своим собственным законам, тело — также своим, и они сообразуются в силу *гармонии, предустановленной* между всеми субстанциями, так как они все суть выражения одного и того же универсума.

79. Души действуют согласно законам конечных причин, посредством стремлений, целей и средств. Тела действуют по законам причин действующих (производящих), или движений. И оба царства — причин действующих и причин конечных — гармонируют между собой.

*Лейбниц Г.В. Монадология // Лейбниц Г.В. Соч.: В 4 т. Т.1. – М., 1982. – С. - 424-427.*

### ***Ж.О.Ламетри. Человек-растение***

Мы начинаем смутно распознавать единообразие природы, этими еще слабыми лучами света мы обязаны изучению естественной истории. Но до какой степени простирается это единообразие? Следует остерегаться изображать природу в утрированном виде: она не настолько однообразна, чтобы не отступать часто от самых излюбленных своих законов. Постараемся видеть только то, что есть, не льстя себе мыслью, что мы видим все, — для ума не серьезного и неосторожного везде западня или подводный камень.

Чтобы судить об аналогии между двумя основными царствами природы, надо сравнить составные части растений с составными частями человека и то, что я говорю о человеке, применить затем к животным.

У человека, как и у растений, имеются главный корень и полосные корни. Область чресел и канал грудной полости составляют первый, молочные железы — вторые. И там и здесь одинаковое применение, одинаковые функции. Посредством этих корней пища разносится по всему пространству организованного тела.

Но человек не является просто опрокинутым деревом, мозг которого представляет как бы корень, так как корень этот образуется из простого сплетения брюшных сосудов, представляющих первичные образования; по крайней мере последние формируются ранее, чем защищающие их покровы, ко-

торые составляют как бы кору человека. Первое, что мы замечаем в семени растения, — это его корешок, потом стебель; первый спускается вниз, второй поднимается кверху.

Легкие — это наши листья, которые заменяют растениям эти внутренние органы, подобно тому как последние замещают собой отсутствующие у нас листья. Эти легкие растений имеют ветви для увеличения их общей протяженности, благодаря им в них входит больше воздуха. Это дает растениям, в особенности деревьям, возможность легче дышать. Есть ли у нас нужда в листьях и ветвях? Нет, нам совершенно достаточно сети наших сосудов и легочных пузырьков, находящейся в полном соответствии с объемом нашего тела и с небольшими его размерами. Наблюдение за этими сосудами и за тем, как происходит, в особенности у амфибий, процесс кровообращения, доставляет большое удовольствие.

Но еще больше сходства обнаруживают открытия и описания Гарвеем ботаники! Разве Рейш, Бургаве и другие не нашли в человеке такую же многочисленную сеть сосудов, какую в растениях открыли Мальпиги, Левенгук и Ван Ройен? Разве сердце бьется не у всех животных? Разве оно не наполняет их жилы потоками крови, разносящими по всему механизму чувство и жизнь? Теплота, это второе сердце природы, этот огонь земли и солнца, словно проникший в воображение воспевающих его поэтов, этот огонь, говорю я, так же как и у нас, приводит в движение соки в стволах деревьев, подобно нам покрывающихся испариной. Ибо в самом деле, какая иная причина могла бы вызвать прорастание, рост, цветение и размножение во Вселенной?

\*\*\*

Если у цветов есть листья или *лепестки*, то мы можем рассматривать как таковые наши руки и ноги. *Нектарник*, являющийся вместилищем меда у некоторых цветов, как, например, у тюльпана, розы и других, подобен молочной железе у женского экземпляра нашей породы после наступления у него половой зрелости. Эти железы находятся в боковой стороне каждого ле-

пестка, непосредственно на играющем важную роль мускуле, на так называемом большом грудном.

Матку девственницы или по крайней мере небеременной женщины или же, если угодно, яичник можно рассматривать как не оплодотворенный еще зародыш. *Столбик* женщины — это влагалище; наружные женские половые органы и лобок вместе с выделяемым железам этих частей запахом соответствуют *рыльцу пестика*; матка, влагалище и наружные половые органы образуют *пестик* — название, которое современные ботаники дают всем женским частям растений.

Я сравниваю *околоплодник* с маткой во время беременности, так как он служит для развития плода. У нас, как и у растений, есть свое семя, и порой мы имеем его в изобилии.

\*\*\*

Что до нас мужчин, сыновей Приапа, семенных животных, наша *тычинка* имеет вид свернутой цилиндрической трубки (половой член), а семя — наша оплодотворяющая *пыльца*. Подобно растениям с одними только мужскими половыми органами, мы являемся *одномужними*; женщины же — *одноженны*, потому что имеют только влагалище. Вообще род человеческий, у которого мужские элементы отделены от женских, увеличивает собой класс *Diesiae* (я употребляю выражение, заимствованное из греческого и употребляемое Линнеем).

*Ламетри Ж.О. Человек-растение // Ламетри Ж.О. Сочинения. — М., 1983. — С. 227-230.*

### ***Ж.Б.Ламарк. О живых телах и об их существенных признаках***

Этим своеобразным и поистине чудесным телам, о которых я только что говорил, было дано название живых тел, а жизнь, которой они обладают, и те способности, которые ею обусловлены, существенным образом отличают их от других тел природы. Эти тела, а также различные явления, которые они обнаруживают, составляют содержание особой науки, еще пока не со-



зданной, не имеющей даже названия, науки, некоторые основы которой я предложил в моей «Philosophie zoologique» и которую я назову «биологией».

Разумеется, все то, что вообще свойственно как *растениям*, так и *животным*, а также все без исключения способности, присущие каждому из этих существ, все это должно составить единую и обширную область *биологии*, ибо оба рода существ, о которых я упоминал, несомненно являются живыми телами и единственными существами этого рода, обитающими на нашей планете.

Следовательно, все положения, относящиеся к области биологии, совершенно не зависят от различий, которые растения и животные обнаруживают в отношении природы, от состояния, а также от способностей, присущих только некоторым из них.

Способности, общие всем вообще живым существам, притом исключительно им одним, таковы:

1. Обнаруживать явления жизни.
2. Питаться посторонними веществами, которые они превращают в вещества собственного тела.
3. Самим образовывать вещества, из которых состоит их тело, а также те вещества, которые выделяются из тела путем секреции.
4. Развиваться и расти до определенного для каждого из них предела.
5. Размножаться, т. е. производить другие, во всем подобные себе тела и т.д.

Все эти способности представляются нам замечательными и кажутся даже чудесными лишь потому, что мы, в сущности, не изучали средства природы и тот неизменный путь, которому она следует, пользуясь этими средствами, а также потому, что мы не исследовали влияния обстоятельств и всех тех изменений, которые эти обстоятельства вносят в результаты действий природы.

*Общие признаки живых тел*

Всем *живым телам*, вследствие доступных определению физических причин, присущи:

1. *Видовая индивидуальность*, выражающаяся в характере сочетания, в расположении и состоянии различных составных молекул из которых слагается тело, но никогда [в свойствах] ни одной из этих молекул, рассматриваемых в отдельности.

2. *Тело*, составленное из *двоякого рода* существенных частей, а именно: плотных частей, из которых все или почти все способны содержать [флюиды], и из свободных флюидов, содержащихся в этих частях. Первые обыкновенно состоят из податливой *клеточной ткани*, способной претерпевать различного рода изменения под влиянием движения содержащихся в них флюидов и служащей для образования различных специальных органов.

3. Внутренние, так называемые *жизненные движения*, вызываемые только возбуждающими или стимулирующими их причинами, движения, которые могут быть ускорены, замедлены или даже остановлены, но необходимы для развития этих тел.

4. *Порядок и состояние вещей*, которые, до тех пор пока они сохраняются в частях тела, делают возможными жизненные движения; выполнение последних и составляет явление жизни; эти движения и вызывают в теле ряд вынужденных изменений.

5. *Потери и восстановления*, полностью, однако, не уравновешивающие друг друга, в результате чего во всяком наделенном жизнью теле происходит последовательный ряд изменений его состояния, а это влечет за собой для каждого индивидуума переход от молодости к старости и в дальнейшем его разрушение в тот момент, когда явление жизни не может больше осуществляться.

6. *Потребности*, удовлетворение которых необходимо для самосохранения живых тел и которые заставляют их усваивать служащие им для

питания посторонние вещества, изменяемые или превращаемые в вещество собственного тела.

7. *Развитие*, которому подлежат в течение известного времени все части их тела, развитие, выражающееся в их *росте*, который продолжается до определенного для каждого из них предела; оно же обуславливает различия во внешнем облике, объеме и общем состоянии тела, только что образовавшегося, и того же тела, достигшего полного развития.

8. Один и тот же способ *происхождения*, ибо все живые тела происходят одни от других, при этом не путем последовательного развития из *предсуществующих зародышей*, но в результате обособления и последующего отделения некоторой части их тела или доли их вещества, которая, будучи подготовлена в соответствии с системой организации индивидуума, определяет тот способ воспроизведения, который мы у него наблюдаем.

9. *Способности*. Одни, присущие всем им и свойственные только живым телам, и, помимо того,— другие, присущие лишь некоторым из них.

10. Наконец, известный *предел продолжительности существования* индивидуумов. Само существование жизни влечет за собой изменение частей, которое, достигнув известной точки, препятствует дальнейшему осуществлению явлений, составляющих эту жизнь. И вот тогда достаточно малейшей причины, вызывающей нарушения, чтобы остановить жизненные движения. Этот момент их прекращения без возможности возобновления называют *смертью* индивидуума.

Вот десять существенных признаков *живых тел*, признаков, общих для всех их. Ничего похожего мы не встречаем у *неорганических тел*. Следовательно, те и другие совершенно различны по своей природе.

*Ламарк Ж.Б. Естественная история беспозвоночных животных // Ламарк Ж.Б. Избранные произведения: В 2 т. Т. 2. – М., 1959. – С. -57-69.*

### *А.И. Опарин. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие*

С диаметрально противоположной точки зрения подходит к проблеме о сущности жизни материализм, который, базируясь на добытых естествознанием фактах, утверждает, что жизнь, как и весь остальной мир, материальна по своей природе и что она не нуждается для своего понимания в признании какого-либо непостигаемого опытным путем духовного начала. Напротив, с материалистических позиций именно объективное изучение окружающей нас природы является тем надежным путем, который ведет нас не только к познанию самой сущности жизни, но и позволяет нам направленно изменять, переделывать живую природу на благо человека.

Широкие круги биологов-естествоиспытателей сознательно или стихийно исходят в своей исследовательской работе из материалистического восприятия живой природы. Идя по этому пути, они все более и более обогащают своими работами науку о жизни, приближая нас к пониманию ее сущности. Однако и в пределах указанного материалистического восприятия жизни ее сущность может пониматься по-разному.

Согласно господствовавшему в естествознании прошлого века и частично сохранившемуся и в наши дни механистическому учению, познание жизни вообще заключается только в ее наиболее полном объяснении физикой и химией, в наиболее полном сведении всех жизненных явлений к физическим и химическим процессам. С этих позиций никаких специфически биологических закономерностей нет. Реально существуют одни только царящие в неорганической природе законы, которые управляют и всеми явлениями, совершающимися в живых организмах. Этим фактически отрицается какое-либо качественное различие между организмами и телами неорганической природы.

Однако нужно ясно отдавать себе отчет в том, что признание материальной природы жизни еще совсем не связано с обязательным отрицанием ее специфических особенностей, ее качественных отличий от объектов неорганического мира. Нельзя, как это делают механицисты, рассматривать все то,

что не укладывается в рамки физики и химии, как что-то виталистическое, сверхматериальное. Напротив, формы организации и движения материи могут быть очень многообразны. Отрицать это многообразие значит заниматься ничем неоправдываемым упрощенчеством.

Согласно диалектическому материализму, материя, находясь в постоянном движении, проходит ряд этапов, ряд ступеней своего развития. При этом возникают все новые и новые, все более сложные и совершенные формы движения материи, обладающие отсутствовавшими ранее свойствами. Не подлежит сомнению, что наша планета в течение очень длительного периода после своего образования была безжизненной. В это время действительно все совершавшиеся на ней явления подчинялись одним только физическим и химическим закономерностям. Но в процессе развития материи на Земле появились первые наиболее примитивные организмы, возникла жизнь - качественно новая форма движения. При этом старые законы физики и химии конечно сохранились, но теперь на них наложился новые, отсутствовавшие ранее, более сложные биологические закономерности.

Итак, жизнь материальна по своей природе, но она не является неотъемлемым свойством всей материи вообще. Ею наделены лишь живые существа. Это особая, качественно отличная от неорганического мира форма движения материи, и организмам присущи особые, специфически биологические свойства и закономерности, не сводимые только к законам, царящим в неорганической природе. Поэтому диалектический материализм даже самую задачу познания жизни формулирует иначе, чем механицизм. Для последнего она сводится к наиболее полному объяснению жизни физикой и химией. Напротив, для диалектического материализма главное для познания жизни заключается в установлении ее качественного отличия от других форм материи, отличия, которое заставляет рассматривать жизнь как особую форму движения.

Это отличие в большей или меньшей степени находило и находит свое отображение в тех многочисленных определениях жизни, которые были

сформулированы выдающимися учеными и мыслителями прошлых веков и нашего времени. Именно в установлении этого отличия живого от неживого и можно видеть основную объективную ценность указанных определений, несмотря на их исключительную противоречивость и поражающее разнообразие.

Клод Бернар в начале своей замечательной книги приводит большое число разнообразных сформулированных до него определений жизни, но он это делает только для того, чтобы показать что вообще всякое априористическое определение жизни всегда является химерическим и бесплодным для науки. Однако наряду с этим он считает, что жизнь вполне может быть познана априорным путем, путем установления тех характерных признаков, которые отличают живые существа от неживых тел. Этот путь также, конечно, не является легким и на нем мы встречаемся со значительными затруднениями и сомнениями, но все же он приближает нас к решению поставленной задачи.

В американской энциклопедии 1944 г. указывается, что ни одно из определений жизни не может быть признано удовлетворительным, так как одни из них включают в себя слишком много явлений, а другие, наоборот, страдают ограниченностью.

По нашему мнению, это происходит потому, что в большинстве случаев пытаются охарактеризовать жизнь как единичную точку, тогда как она является длинной линией всей той части общего развития материи, которая простирается от начала жизни на Земле до наших дней и которая включает в себя появление как наиболее примитивных организмов, так и наиболее развитых растений и животных, в частности человека. С появлением последнего, однако, возникает новая, еще более сложная и совершенная, жизнь, социальная форма движения материи, которая характеризуется уже своими специфическими признаками и особыми закономерностями развития человеческого общества.

Поэтому в корне неправильно пытаться охарактеризовать «линию жизни» только по одной какой-либо ее точке, все равно лежит ли эта точка в ее начале, середине или конце. На самом деле, если мы попробуем определять жизнь по тем признакам, которые возникли в самом начале ее появления на Земле, то нам придется исключить из характеристики жизни не только сознание, но даже и дыхание, которого, по-видимому, были лишены первичные организмы. И наоборот, характеризуя жизнь явлениями, типичными лишь для высокоразвитых живых существ, мы рискуем зачислить анаэробные бактерии, а также и многие другие примитивные организмы в разряд безжизненных тел неорганической природы.

Энгельс, дав свое замечательное определение жизни как способа существования белковых тел, сейчас же оговаривается, отмечая неполноту этого определения. «Наша дефиниция жизни, - писал он, - разумеется, весьма недостаточна, поскольку она далека от того чтобы охватить *все* явления жизни, а, напротив, ограничивается самыми общими и самыми простыми среди них... Чтобы дать действительно исчерпывающее представление о жизни, нам пришлось бы проследить все формы ее проявления, от самой низшей до наивысшей».

Таким образом, для исчерпывающего понимания жизни необходимо познание всего разнообразия ее признаков, начиная с тех наиболее элементарных из них, которыми были наделены первичные живые существа, и кончая самыми сложными проявлениями высшей нервной деятельности животных и человека, увенчавшими собой биологический этап развития материи.

Среди этого множества характерных для жизни признаков, как появившихся с самого начала возникновения жизни, так и сложившихся в процессе ее дальнейшего развития и усовершенствования, нужно особо отметить ту ярко выраженную специфику взаимодействия между организмами и окружающей их внешней средой, которая красной нитью проходит через всю «линию жизни», качество, свойственное всем без исключения как высшим,

так и низшим живым существам, но отсутствующее у объектов неорганической природы.

Любой организм живет, существует только до тех пор, пока он находится в состоянии постоянного обмена веществ и энергии с окружающей его внешней средой. С пищей, водой, газообменом в организм из окружающей его среды поступают разнообразные чуждые ему по своей природе химические соединения. В организме они подвергаются глубоким изменениям и превращениям, в результате которых они претворяются в вещества самого организма, делаются до известной степени подобными тем химическим соединениям, которые до этого уже входили в состав живого тела. В этом состоит восходящая ветвь биологического обмена веществ - ассимиляция. Но в тесном взаимодействии с нею в организмах непрерывно происходит и обратный процесс - диссимиляция. Вещества живого тела не остаются неизменными. Они сравнительно быстро распадаются, освобождая скрытую в них энергию, а их продукты распада выводятся во внешнюю среду.

Наши тела текут, как ручьи, материя возобновляется в них, как вода в потоке, - учил еще великий диалектик Древней Греции Гераклит. И действительно, поток или просто струя воды, вытекающая из водопроводного крана, позволяет нам в простейшем виде понять ряд существеннейших особенностей организации таких поточных, или открытых систем, какою, в частности, является и живое тело. Если кран открыт не сильно, и давление в водопроводной сети все время остается постоянным, струя вытекающей воды сохраняет почти неизменным свой внешний вид, свою как бы застывшую форму. Но мы знаем, что эта форма является лишь видимым отображением непрерывного потока частиц воды, которые постоянно с равной скоростью входят в струю и выходят из нее. Если мы нарушим это соотношение скоростей входа и выхода или остановим процесс движения частиц, исчезнет и сама струя как таковая, так как самое существование струи связано с тем, что через нее все время равномерно проносятся все новые и новые молекулы воды.

\*\*\*





разные стороны: то из нуклеоплазмы в хромосому, то из хромосомы в нуклеоплазму.

\*\*\*

Первоначально, когда у простейших организмов впервые слагались генонемные молекулы, они были представлены однообразными более или менее длинными цепями одинаковых звеньев, вроде кератина или серицина. Каждое звено состояло из немногих простых радикалов. При дальнейшей эволюции организма эти молекулы постепенно усложнялись путем присоединения к некоторым звеньям боковых радикалов, получающих значение генов. Мало-помалу число этих боковых цепей, размещенных в определенных пунктах генонемы, увеличивалось, и самые радикалы все более усложнялись. Микроскопическая длина хромосом в слюнных железах дрозофилы представляет картину уже очень высокой дифференцировки генонем. Если признать, что поперечные диски соответствуют генам, то здесь мы должны поместить именно боковые радикалы или цепи радикалов, которые адсорбируют ярко окрашенный хроматин. В таком случае неокрашиваемые сегменты, в которых мы различаем продольные нити, придется признать основными цепями, не осложненными сложными боковыми придатками. Но при дальнейшей дифференцировке и сюда могут присоединиться боковые радикалы - новые гены, а с другой стороны, уже имеющиеся боковые радикалы могут усложняться упрощаться в мутационном процессе.

\*\*\*

Мы, конечно, не должны увлекаться достигнутыми успехами, тем более что в своей химической части они далеки от завершения, более того - еще весьма спорны. За нашей нынешней синтезой еще придет новая антитеза, но это будет уже новый этап развития науки. И вряд ли, по крайней мере у нас в Советском Союзе, найдется хотя бы один ученый, который решился бы объявить все эти научные изыскания бесплодными и никчемными.

*Кольцов Н. К. Наследственные молекулы. – Л., 1958. - С. 93-118.*

## *Т. Морган. Теория гена*

Работы Менделя были вновь открыты в 1900 году. Четыре года спустя Бэтсон и Пеннет сообщили о наблюдениях, которые не давали тех числовых результатов, которые нужно было бы ожидать для двух независимых пар признаков. Например, если душистый горошек, имеющий цветы пурпурного цвета и удлиненные пыльцевые зерна, скрещивается с горошком с красными цветами и круглыми пыльцевыми зернами, то те два признака, которые наследуются совместно от одного из родителей, появляются вместе у потомства чаще, чем следовало бы ожидать при независимом распределении признаков... Бэтсон и Пеннет считали, что эти результаты являются следствием «отталкивания», между комбинациями пурпурного - длинного и красного - круглого, происходящими от противоположных родителей. В настоящее время явление это называется как раз наоборот - сцеплением. Под этим термином мы подразумеваем тот факт, что когда некоторые признаки вступают в скрещивание совместно, они проявляют тенденцию оставаться вместе и у последующих поколений или, выражаясь иначе, некоторые пары признаков не свободны в своем распределении.

Таким образом, поскольку сцепление имеет место, оказывается, что разделение наследственного вещества является до некоторой степени ограниченным. Например, у плодовой мухи *Drosophila melanogaster* известно около 400 новых типов мутантов, особенности которых составляют всего лишь четыре группы сцепления.

\*\*\*

Члены группы сцепления могут иногда оказаться не так полно сцепленными друг с другом, ... некоторые из рецессивных признаков одной серии могут оказаться замененными признаками дикого типа из другой серии. Однако даже и в этом случае они все-таки считаются сцепленными, потому что соединенными вместе они остаются чаще, чем наблюдается такой обмен между сериями. Этот обмен называется перекрестом (crossing-over). Термин этот обозначает, что между двумя соответственными сериями сцепления мо-

жет происходить правильный обмен их частями, в котором участвует большое число генов.

\*\*\*

Теперь мы можем сформулировать теорию гена. Эта теория устанавливает, что признаки или свойства особи являются функцией соединенных в пары элементов (генов), заложенных в наследственном веществе в виде определенного числа групп сцепления; она устанавливает затем, что члены каждой пары генов, когда половые клетки созревают, разделяются в соответствии с первым законом Менделя и, следовательно, каждая зрелая половая клетка содержит только один ассортимент их; она устанавливает также, что члены, принадлежащие к различным группам сцепления, распределяются при наследовании независимо, соответственно второму закону Менделя; равным образом она устанавливает, что иногда имеет место закономерный взаимообмен - перекрест - между соответственными друг другу элементами двух групп сцепления; наконец, она устанавливает, что частота перекреста доставляет данные, доказывающие линейное расположение элементов по отношению друг к другу. Эти принципы, которые я беру на себя смелость, объединив их вместе, назвать теорией гена, дают нам возможность поставить изучение проблем генетики на строго числовом основании и позволяют предсказывать с большой степенью точности, что произойдет в том или другом случае.

*Морган. Теория гена. – Л., 1927. – С. 132-136, 174-180.*

## **2. 3. ПРОБЛЕМА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ**

### ***Демокрит. Возникновение животных из земли***

Цензорин 4,9: Демокрит из Абдер считал, что люди впервые были созданы из воды и грязи. Аэций V, 19, 6: Демокрит считал, что животные произошли первоначально путем возникновения (*особей*), не совершенных по виду (?), когда влага еще рождала живые вещества. Лактанций. Божественные наставления VII, 7, 9: Мир и все, что есть в нем, по мнению стоиков, со-

здано на потребу человека, тому же учит нас и Священное Писание. Следовательно, заблуждается Демокрит, считая, что люди вышли из земли так, как (выходят) червячки, без всякого творца и разумной цели.

Диодор I, 7, 3: От теплоты поверхность (*еще полужидкой земли*) вздулась, а некоторые влажные вещества вспучились во многие места; в этих местах возникли гниlostные пузыри, покрытые тонкой кожицей. Еще и теперь можно наблюдать в болотах и трясинах, как происходит подобное, когда по остывании земли воздух внезапно становится раскаленным; (*это наблюдается*), если такое изменение не происходит постепенно. Эти влажные места вследствие нагревания в результате того процесса, о котором было только что сказано, стали нести живой плод, причем ночью они питались густым инеем, выпадавшим из окружающего воздуха, а днем отвердевали от жары. Когда наконец эти плодоносящие бугры увеличились до надлежащего размера, оболочки лопнули под влиянием солнечного жара, и появились на свет различные виды животных. Из них те, которым было сообщено наибольшее количество теплоты, унеслись в верхние места и стали летучими; те, в составе которых преобладали землистые соединения, составили отряд пресмыкающихся и других сухопутных животных; те же, в которых преобладала влажная субстанция, устремились к местам, однородным с ними, и были названы плавающими. Земля же вследствие солнечного жара твердела все более и более, так что в конце концов она оказалась неспособной производить сколько-нибудь крупных животных; все одушевленные существа стали уже рождаться от взаимного смешения. Гермипп. Об астрологии (Иоанн Катрар) II, 1, 6: После того как вода заняла на земле соответствующее ей место, а затопленная земля постепенно приняла присущий ей вид под влиянием усиливающихся лучей солнца, все более ее высушивавших, прежде всего вырастают деревья, растения и особенные оболочки, похожие на водяные пузыри. Днем они согревались солнцем, а ночью получали тепло от луны и других светил. Спустя некоторое время они лопнули и родили живые существа. Из этих существ те, которые были допечены до полной готовности, оказались

более горячими (*и поэтому*) самцами; наоборот, те, которым не хватило тепла, вышли вместо самцов самками. И нет ничего удивительного в том, что в начале (*мироздания*) земля, смешанная с водой, произвела животных и растения. Ведь вполне естественно, что в воде содержится дуновение, а в нем заключена теплота, свойственная душе. (*Что это так*), доказывают животные, рождающиеся в расселинах земли и от гниения; хотя все они и возникают таким образом, тем не менее их внезапное возникновение кажется чудесным. Однако, если бы даже в нынешнее время такое возникновение было невозможно, то и это, полагаю, не должно вызывать затруднений: ведь и земля уже теперь не смешана с водой в такой степени, как тогда, и светила образуют совсем другие созвездия. То, что будто бы и до сих пор это иногда происходит, я оставлю в покое, чтобы не затягивать рассказ. Исключение составляет лишь то, что является слабым отражением того времени: земля, уже не будучи в состоянии создавать живые существа сколько-нибудь заметной величины, наполняет силой и теплотой лишь травы, деревья, плоды и животных, почти полумертвых и окоченевших от холода. Смешение (*элементов*) в этих животных, как было сказано выше, не было одинаковым: те, в которых было больше всего землеобразной (*материи*) стали травами и деревьями, имеющими голову, обращенную вниз и укоренившуюся в земле. Они тем только и отличались от животных, имеющих очень мало крови и не имеющих ног, что у тех голова не в земле и они движутся. Те, в которых было больше всего влаги, выбрали себе в удел (*жизнь*) в воде, почти такого же рода, как и (*жизнь*) первых. Те же, в которых больше землеобразной (*материи*) и теплоты, стали сухопутными, а те, в которых больше воздухообразной (*материи*) и теплоты, стали летающими. Притом одни из них (*держат*) прямо все тело, другие же поднимают вверх над телом только голову, это зависит от состава смеси. Человек получил в удел больше теплоты, так как материя, из которой состоит его тело, является более чистой и лучше впитывающей в себя теплоту. Поэтому-то он, один из всех животных, стоит прямо и мало соприкасается с землей. Он вобрал в себя и некоторое количество более божественной при-

роды; поэтому в нем есть ум, разум и мысль, и он может исследовать сущее. Цецца, схолии к Гесиоду: Все те эллинские (*философы*), которые считают, что мир возник, утверждают, что, после того как произошло разделение мрачного хаоса, после того как возник воздух, а под ним земля, грязеобразная и совсем (*еще*) мягкая, на ней вспучились пленки, имеющие вид гнойных нарывов или водяных пузырей. Днем их нагревало солнце, ночью их питала лунная влага. После того как они увеличились и лопнули, из них образовались люди и всевозможные виды животных, соответственно преобладанию того или иного элемента — именно Благообразного, огнеобразного, землеобразного и воздухообразного. Когда же земля высохла под лучами солнца и уже не могла больше рождать, как они утверждают, животные стали появляться на свет путем рождения одних другими. Колумелла IX, 14, 6: Д. и Магон, а также Вергилий сообщают, что пчелы могут родиться из убитого теленка.

*Демокрит. Возникновение животных из земли // Лурье С.Я. Демокрит. Тексты. Перевод. Исследования. — Л., 1970. —С. 338-339.*

### ***Ж.Б.Ламарк. Естественная история беспозвоночных животных***

Скажу лишь, что, не учитывая тех границ, которые природа не могла переступить, многие допускают ошибку, полагая, что существует цепь из последовательных звеньев, якобы связывающих между собой различные созданные природой тела. Из этого взгляда должно было бы вытекать, что *неорганические тела* где-нибудь должны были бы образовывать переход к *телам живым*, а именно — к наиболее простым по организации растениям, и что сами растения, занимая промежуточное положение между двумя другими царствами, должны были бы сливаться в какой-нибудь точке с рядом, образуемым животными.

Только воображение могло породить подобную идею, имеющую, надо заметить, весьма древнее происхождение, но снова выдвигаемую в различных современных сочинениях. Но я докажу, что нет подлинной цепи, которая связывала бы между собой все создания природы, что такая цепь может су-

ществовать только в некоторых ответвлениях образуемых ими рядов и что она может быть обнаружена только в некоторых общих отношениях.

*Ламарк Ж.Б. Естественная история беспозвоночных животных // Ламарк Ж.Б. Избранные произведения: В 2 т. Т. 2. – М., 1959. – С. 59-60.*

***А.И.Опарин. Современные данные о происхождении жизни***

*Первичное образование органических веществ*

Основу материального субстрата всех без исключения живых существ составляют органические вещества. Без них нет жизни на нашей планете, так как только закономерное взаимодействие этих веществ может определять собой структуру протоплазмы и характернейшую для жизни ее организацию во времени – биологический обмен веществ. Поэтому понятно, что изучение эволюции материи на пути к возникновению жизни нужно начинать с решения вопроса о том, как первично в неорганическом мире образовались хотя бы наиболее примитивные представители класса органических веществ. Такими представителями справедливо считаются углеводороды – соединения углерода и водорода. Недаром поэтому всю органическую химию в настоящее время принято рассматривать как химию углеводородов и их производных.

Это определение правильно отражает качественную специфику органической химии, указывая на родственные связи любого органического соединения с углеводородами и позволяет рассматривать их как вещества, исходные для всей органической эволюции в целом. К этому нас побуждает и то особое положение, которое занимают углеводороды во Вселенной.

\* \* \*

Современные данные с несомненностью показывают, что как в прошлом, так и сейчас наша планета постоянно получала и получает разнообразные абиогеннообразованные органические вещества с поступающими на земную поверхность из космоса метеоритами и кометным материалом, так сказать «подкармливается» этими органическими веществами. Однако непо-



средственные подсчеты показывают, что количество получаемых таким образом органических веществ сравнительно невелико в их общем балансе земной поверхности. Таким образом, основная масса органических веществ сравнительно невелика в их общем балансе земной поверхности. Таким образом, основная масса органических веществ, послуживших материалом для возникновения жизни на Земле, не была непосредственно доставлена нам из космоса, а образовалась уже на поверхности самой нашей планеты из углеродистых соединений, выделившихся в примитивную атмосферу при формировании земной коры.

\* \* \*

Предшествовавшая появлению жизни эволюция абиогенно возникших органических веществ происходила на поверхности Земли еще в условиях, глубоко отличных от современных. В основном эти отличия сводились к следующему:

1. Отсутствие свободного кислорода в доактуалистической атмосфере исключало возможность прямого, глубокого окисления углеводов, как это имеет место сейчас при их сгорании на воздухе.

2. Вследствие отсутствия свободного кислорода в доактуалистической атмосфере не мог образовываться так называемый «озоновый экран», слой газа озона ( $O_3$ ), который непроницаем для коротких ультрафиолетовых лучей. Сейчас в связи с наличием такого экрана в современной атмосфере эти лучи не достигают поверхности нашей планеты. Напротив, доактуалистическая атмосфера целиком пронизывалась интенсивной коротковолновой ультрафиолетовой радиацией. Это создавало гораздо большие возможности для разнообразных фотохимических процессов, чем те, которые имеют место сейчас при наличии одной только более длинноволновой радиации.

3. Очень важным является также то обстоятельство, что на первичной Земле отсутствовали живые организмы с их очень совершенным обменом веществ, быстро вовлекающим в орбиту своего действия разнообразные органические соединения.

Сейчас мы нигде на земной поверхности в природной обстановке не имеем таких условий. Находящийся в современной атмосфере на высоте 30км озоновый экран преграждает доступ коротковолновой ультрафиолетовой радиации на земную поверхность. Современная атмосфера, верхняя часть почвы и вся гидросфера до самых больших глубин богата свободным кислородом и густо заселена микробами, которые, поглощая, поедая органические вещества внешней среды, исключают всякую возможность их длительной эволюции, на что указывал еще Ч.Дарвин в одном из своих писем.

Таким образом, хотя это и может с первого взгляда показаться парадоксальным, нужно признать, что основной причиной невозможности первичного возникновения жизни сейчас в природных условиях является то, что она уже возникла и благодаря этому на земной поверхности произошло резкое изменение условий, исключающее возможность сколько-нибудь длительной эволюции органических веществ теми путями, какими эта эволюция совершалась в доактуалистическую эпоху существования Земли.

\* \* \*

В условиях доактуалистической земной поверхности углеводороды могли непосредственно взаимодействовать как между собой, так и с парами воды, аммиаком, сероводородом и другими газами восстановительной атмосферы Земли. При этом скорость такого рода реакций в значительной степени зависела от температуры и в особенности от действия тех или иных неорганических катализаторов.

Очень важную роль в органохимических реакциях того времени должны были играть и внешние источники энергии: в первую очередь коротковолновой ультрафиолетовый свет, затем радиоактивные излучения и, наконец, искровые и тихие разряды в атмосфере.

Использование этих источников энергии в лабораторных условиях, имитирующих условия первичной земной поверхности, позволило в многочисленных экспериментах синтезировать очень большое число биологически важных веществ, причем исходными для этих синтезов являлись такие при-

митивные соединения, как метан, аммиак и пары воды, а также некоторые легко возникающие из них ближайшие производные, как, например, циан, формальдегид, ацетальдегид и др.

В основном большинство работ такого рода посвящено синтезу аминокислот и нуклеотидов, т.е. тех молекулярных кирпичей, из которых при их полимеризации синтезируются белки и нуклеиновые кислоты.

Недавно лабораторные опыты ряда авторов весьма убедительно показали, что в условиях, царивших на поверхности доактуалистической Земли, аминокислоты и моонуклеотиды должны были полимеризоваться – соединяться между собой в длинные молекулярные цепочки, что приводило к образованию высокомолекулярных веществ типа белков и нуклеиновых кислот, этих важнейших компонентов протоплазмы. Однако выделенные из протоплазмы современных организмов белки и нуклеиновые кислоты обладают определенной закономерной молекулярной структурой – строго определенным расположением аминокислот или моонуклеотидов в их полимерной цепочке – и определенным закручиванием этой цепочки, ее пространственным расположением. В противоположность этому структура абиогенно возникших аминокислотных или нуклеотидных полимеров должна была носить случайный характер, что можно обнаружить и в лабораторных опытах.

Таким образом, в настоящее время мы располагаем весьма убедительными наблюдениями и многочисленными экспериментальными данными, позволяющими считать, что в определенный период доактуалистической эпохи существования нашей планеты водоемы земной гидросферы содержали в себе наряду с водным раствором неорганических солей разнообразные органические вещества – простые и сложные мономеры и полимеры, а также богатые энергией соединения, способные вступать в многочисленные взаимодействия между собой.

Этот своеобразный «первичный бульон» все время изменялся, эволюционировал как в целом, так и в отдельных своих частях, например в более или менее изолированных водоемах, где его концентрация могла возрастать

при местном локальном испарении воды. Наряду с этими количественными изменениями эволюционировал и его качественный состав в связи с постоянно происходившими в нем химическими превращениями.

*Возникновение исходных для формирования первичных живых существ  
многомолекулярных систем*

Характерным для жизни является то, что она не просто рассеяна в пространстве, а представлена отграниченными от внешнего мира индивидуальными, очень сложными системами – организмами. Их возникновение могло произойти только на основе длительной эволюции, длительного усовершенствования каких-то гораздо более простых исходных систем, пространственно обособившихся, выделившихся из первоначального однородного раствора – «первичного бульона».

При работе с водными растворами высокополимерных органических веществ в обычных природных условиях температуры, давления, кислотности и т.д. часто можно наблюдать явление, при котором молекулы различных полимерных соединений объединяются между собой в целые молекулярные рои или кучи и таким путем выделяются из раствора в форме видимых под микроскопом образований, получивших название коацерватных капель.

Несмотря на свою жидкую консистенцию коацерватные капли обладают определенным внутренним строением. Под обычным оптическим микроскопом довольно трудно обнаружить их структуру, но она легко выявляется при их фотографировании под электронным микроскопом в газовой микрокамере (без предварительного высушивания).

Между каплей и окружающей ее средой всегда существует резкая граница раздела. Тем не менее капли не изолированы от этой среды, а обладают способностью с нею взаимодействовать, что очень важно для их дальнейшей эволюции. Прежде всего это взаимодействие выражается в способности капля избирательно поглощать из внешней среды вещества, которые могут концентрироваться в каплях в размерах, во многие десятки раз превышающих их первоначальную концентрацию в исходном растворе.

Таким образом, мы располагаем сейчас коацерватными каплями, длительная устойчивость которых определяется не их неизменностью, статичностью, а, напротив, способностью постоянно взаимодействовать с внешней средой по типу открытых систем. В данных условиях среды они могут не только длительно сохраняться, но и увеличиваться в своем объеме и весе – расти путем ускоренно происходящей в них полимеризации сахаров, аминокислот или мононуклеотидов внешней среды.

Такого рода капли уже могут до известной степени служить легко воспроизводимыми в лабораторных условиях моделями тех комплексных многомолекулярных систем, которые должны были выделяться из водного раствора «первичного бульона».

Подобно нашим искусственным моделям эти возникшие естественным путем образования – динамически устойчивые коацерватные капли – могли не только длительно существовать в условиях «первичного бульона», но и расти здесь за счет тех веществ, наличие или даже изобилие которых мы вправе ожидать в окружающей их среде земной гидросферы.

Однако даже и такого рода образования по своей внутренней организации еще были очень далеки от организации живых тел. В искусственно полученном нами динамически устойчивом коацервате, а также и в той капле, которая возникла естественным путем в водах первородного океана, отсутствовала та «целесообразность» строения, та приспособленность внутренней организации к осуществлению определенных жизненных явлений в условиях окружающей внешней среды, которая так характерна для протоплазмы всех без исключения живых существ. Эта приспособленность могла возникнуть только в результате дальнейшего развития материи, дальнейшей эволюции коацерватных капель.

*Опарин А.И. Современные данные о происхождении жизни. – М., 1966. – С.12-30.*

### ***В.И.Вернадский. Живое вещество и биосфера***

Среди миллионов видов нет ни одного, который мог бы исполнять один все геохимические функции жизни, существующие в биосфере изначально. Следовательно, изначально морфологический состав живой природы в биосфере должен быть сложным...

Возможность полного осуществления всех геохимических функций организмов в биосфере одноклеточными организмами делает вероятным, что таково было первое появление жизни...

Таким образом, первое появление жизни при создании биосферы должно было произойти не в виде появления одного какого-нибудь вида организма, а в виде их совокупности, отвечающей геохимическим функциям жизни. Должны были сразу появиться биоценозы.

*Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. – М., 1994. – С. 459.*

### ***М.Кальвин. Химические системы. Объединение систем воспроизведения***

Итак, мы имеем две линейные последовательности, эволюция которых, по-видимому, началась независимо, под действием разных химических факторов. С точки зрения выживания имело бы большое значение, если бы был найден какой-то путь или создана какая-то химическая система, посредством которых эти две первоначально независимо возникшие линейные последовательности (полипептиды и полинуклеотиды) могли быть соединены так, чтобы точность системы воспроизведения полинуклеотида и многообразие каталитического действия полипептидной системы использовались с наибольшей выгодой. Совершенно ясно, что такая объединенная система возвратного катализа, проходящая через много этапов, а не всего лишь через два этапа, как в случае полинуклеотидной последовательности, или даже через один этап, как в предполагаемой системе воспроизведения полипептидов, имела бы динамические преимущества перед любой из этих двух систем по отдельности. Она может проходить через три или четыре различных этапа, ни один из которых не будет просто аутокаталитическим, но система в целом будет воз-

вратной каталитической системой (если, например, конечный продукт будет катализатором для первого этапа). Таким образом, получилась бы хорошая система воспроизведения с высокой точностью и приемлемой скоростью реакции. Несомненно, именно это и произошло в ходе эволюции.

Есть ли какие-либо химические причины для того, чтобы такое объединение возникло самопроизвольно в водном растворе, в реакционной смеси того типа, которую мы рассматривали до сих пор? Возможны и другие способы осуществления реакций тех же типов, например путем адсорбции на поверхности частиц глины. Я не собираюсь обсуждать эти способы подробно не потому, что у меня есть причины считать их а priori невозможными, а просто потому, что я не располагаю никакими экспериментальными данными о том, что такие процессы происходят; единственный факт, который, возможно, представляет интерес в этой связи, — это высокая адсорбирующая способность каолиновых глин и то, что в слоях глин имеется определенное распределение зарядов. Другие исследователи, опираясь на эти свойства глин, пытаются рассматривать их как первичные матрицы.

Вопрос об объединении этих двух линейных систем — полинуклеотидной и полипептидной — возник очень скоро, как только обсуждение этой проблемы приобрело определенные очертания. К тому времени мы уже узнали и четко себе представляли возможную селективность процесса воспроизведения полипептидов, так же как и селективность воспроизведения полинуклеотидов. Было совершенно ясно, что где-то в какой-то момент должно было произойти такое объединение, так что вопрос в сущности сводился к тому, каковы были химические факторы, его вызвавшие. Обдумывая этот вопрос, мы обратили внимание на одно обстоятельство, касающееся связи между этими системами в современных организмах, которое могло бы дать ключ к возможному химическому механизму возникновения такой связи. Известно, что в современной возвратной каталитической системе, которая начинается с полинуклеотидной последовательности (ДНК) и проходит через целый ряд каталитических этапов, включая передачу информации другой по-

линуклеотидной системе (мРНК), одним из этапов является связывание аминокислоты, находящейся в свободном состоянии в растворе, с концом относительно короткой цепи нуклеиновой кислоты, содержащей всего около 100 оснований, так называемой транспортной РНК. Эта рибонуклеиновая кислота захватывает аминокислоту и переносит ее к месту, где она должна присоединиться к полипептиду.

\*\*\*

Известно, что у всех транспортных РНК на том конце молекулы, к которому присоединяется аминокислота, находится один и тот же триплет — Ц-Ц-А (цитидин-цитидин-аденин). Для решения вопроса о путях образования нашей объединенной системы этот факт, на мой взгляд, может иметь очень важное значение. Концевой нуклеотид присоединяет активную аминокислоту к 3'-углеродному атому своего рибозного остатка. При этом образуется активный эфир, который может далее взаимодействовать с аналогичной группой, располагающейся на конце соседней молекулы транспортной РНК. Как бы то ни было, для нас важно одно — что концевая аминокислота присоединяется к особому триплету на конце транспортной РНК. Этот факт подсказал нам возможный механизм объединения двух систем, и мы приступили к проверке своего предположения. Если бы в упомянутом триплете оснований обнаружилась какая-то особенность и если бы удалось осуществить точно такие же эксперименты, какие были проведены по самоотбору аминокислот, то, возможно, это выявило бы известную степень селективности в присоединении аминокислот к основаниям, зависящую также и от оснований. Мы начали эксперимент, используя грубую (и далеко не полную) модель транспортной РНК — полистирольную смолу с нуклеотидом, присоединенным к ней через фосфатную связь. Были проведены точно такие же эксперименты по присоединению, как и с системой «подвешенных» аминокислот. Но вместо соединения аминокислот друг с другом мы исследовали теперь относительную эффективность присоединения защищенной аминокислоты к углеводной части «подвешенного» нуклеотида, чтобы посмотреть, влияет ли природа ос-



нования на эффективность присоединения. Очевидно, что мы можем пойти и дальше. Определив сначала селективность четырех одиночных оснований, можно встроить концевую цепочку в дублет или триплет. Таким способом можно изучить 4 одиночных основания, 16 дублетов и 64 триплета с точки зрения их способности присоединять аминокислоту. (Такова длительная программа экспериментов, начатых сейчас в Беркли.)

\*\*\*

Качественно мы уже обнаружили селективность оснований по отношению к аминокислотам. Я полагаю, что такая селективность окажется широко распространенным явлением даже тогда, когда акцептором служит одиночное основание, и будет еще больше, когда в реакции принимают участие два и более оснований. Будет ли это явление распространено достаточно широко, чтобы оно могло служить основой какой-то системы объединения этих двух линейных полимеров, предстоит определить в будущем.

Мы описали здесь чисто химическую систему, которая сначала может породить две системы линейных полимеров (полинуклеотидов и полипептидов), способных к воспроизведению, а в конечном счете привести к объединению информации, заключенной в обеих системах, используя точность воспроизведения полинуклеотидов и каталитические возможности полипептидной системы. Совершенно очевидно, что любая регенеративная система, в которой эти два свойства объединены, обладает преимуществом перед каждой из систем в отдельности и, следовательно, будет поглощать все имеющиеся в наличии «строительные материалы».

Итак, мы имеем теперь мономеры, воспроизводящиеся линейные полимеры, процесс возникновения информационных систем и процесс объединения информационных систем. Всего этого, однако, недостаточно. Высокая эффективность работы всей этой системы в целом определяется химизмом упорядоченных структур. Но это химизм, отличный от того, с которым мы привыкли иметь дело, смешивая в колбе реагенты, все молекулы которых распределены случайным образом (это я называю «статистической химией»).

Используя полимеры как матрицы для экспериментального изучения эффективности присоединения, мы впервые столкнулись с химией упорядоченных структур.

*Кальвин М. Химические системы. Объединение систем воспроизведения // Химическая эволюция. Молекулярная эволюция, ведущая к возникновению живых систем на Земле и на других планетах. – М., 1971. –С. 182-189.*

## **2. 4. ИДЕЯ ЕДИНСТВА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ. ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ**

*Ж.О.Ламетри. Человек-растение*

\*\*\*

Какое чудесное зрелище представляет собой эта лестница с незаметными ступенями, которые природа проходит последовательно одну за другой, никогда не перепрыгивая ни через одну ступеньку во всех своих многообразных созданиях! Какая поразительная картина - вид Вселенной: все в ней в совершенстве слажено, ничто не режет глаза; даже переход от белого цвета к черному совершается через длинный ряд оттенков или ступеней, делающих его бесконечно приятным.

Человек и растение - это белое и черное. Четвероногие, птицы, рыбы, насекомые, амфибии являются промежуточными оттенками, смягчающими резкий контраст этих двух цветов. Если бы не существовало этих промежуточных оттенков, под которыми я подразумеваю проявления жизни различных животных, то человек, что гордое животное, созданное подобно другим, из праха, возомнил бы себя земным богом и стал бы поклоняться только самому себе... Для образования рассудка, подобного нашему, требуется больше времени, чем нужно природе для образования рассудка животных; надо пройти через период детства, чтобы достигнуть разума; надо иметь в про-

шлом все недостатки и страдания животного состояния, чтобы извлечь из них преимущества, характеризующие человека.

*Ламетри Ж.О. Человек-растение // Ламетри Ж.О. Сочинения. – М., 1983. – С. 237.*

***И.В.Гете. О типе, который должен быть установлен для облегчения сравнительной анатомии***

Сходство животных, особенно более совершенных, между собой, бросается в глаза и вообще молчаливо признается всеми. Поэтому, уже по одной внешности, четвероногие животные легко были отнесены в один класс.

При сходстве человека с обезьяной, при том употреблении, которое некоторые ловкие животные делают из своих членов по естественному побуждению или научаются делать после предшествующего искусственного упражнения, весьма просто было подметить сходство совершеннейшего существа с менее совершенными братьями, и с давних пор такие сравнения встречались у естествоиспытателей и анатомов. Возможность превращения человека в птиц и зверей, представлявшаяся поэтической фантазии, была также показана нашему рассудку остроумными естествоиспытателями после полного рассмотрения отдельных частей. Так, Кампер деятельно взялся проследить соответствие облика животных еще дальше, до царства рыб.

Итак, вот чего мы добились: мы можем безбоязненно утверждать, что все более совершенные органические существа, среди которых мы видим рыб, амфибий, птиц, млекопитающих и во главе последних человека, все они сформированы по одному прообразу, который в своих весьма постоянных частях лишь более или менее уклоняется туда и сюда и всё еще посредством размножения ежедневно совершенствуется и преобразуется.

Охваченный этой идеей, Кампер отважился превращать мелом на черной доске собаку в лошадь, лошадь в человека, корову в птицу. Он настаивал на том, что в мозге рыбы надо увидеть мозг человека, и достиг этими остроумными, смелыми скачкообразными сравнениями своей цели: раскрыть

внутреннее чувство наблюдателя, которое слишком часто оказывается в плену у внешности. Теперь каждый член какого-нибудь органического тела стали рассматривать не только сам по себе и для себя, но приучились, если не видеть, то все же прозревать в нем образ похожего члена родственной органической природы, и стали жить надеждой, что можно было бы собрать как более старые, так и новейшие наблюдения этого рода, дополнить их благодаря вновь оживившемуся усердию и построить из них нечто целое.

\*\*\*

Неужели невозможно, раз мы уже признали, что созидаящая сила производит и развивает более совершенные органические существа по одной общей схеме, начертать этот прообраз если не для чувств, то для ума, и по нему, как по норме, разрабатывать наши описания и, так как эта схема отвлечена от формы различных животных, вновь свести к ней самые различные формы?

Но если схвачена идея этого типа, то уже становится вполне очевидным, сколь невозможно выставить в качестве канона какой-нибудь отдельный род. Единичное не может быть образцом целого и потому мы не можем искать образец для всех в единичном. Классы, роды, виды и индивиды относятся к нему, как частные случаи к закону; они содержатся в нем, но не содержат и не дают его.

Меньше всего человек, при его высоком органическом совершенстве, именно в силу этого совершенства, может служить масштабом прочих менее совершенных животных. Нельзя исследовать и описывать всех животных ни таким способом, ни в таком порядке, ни с учетом того, как надо рассматривать и трактовать человека, когда принимают в соображение только его одного.

Все замечания сравнительной анатомии, которые делаются по поводу анатомии человека, могут, взятые отдельно, быть полезными и заслуживающими благодарности, в целом же они остаются несовершенными и, при ближайшем рассмотрении, скорее путающими и противными цели.

Как, однако, найти такой тип — это показывает нам уже само понятие такового: опыт должен научить нас, какие части являются общими всем животным и в чем разница этих частей у различных животных; затем вступает в дело абстракция, чтобы упорядочить их и построить общий образ.

Что мы при этом поступаем не чисто гипотетически, за это нам ручается сущность самого дела. Ибо в поисках законов, по которым образуются живые, из самих себя действующие, обособленные существа, мы не расплываемся вширь, а поучаемся в глубинах жизни. Что природа, желая произвести такое существо, должна свое величайшее многообразие замкнуть в абсолютное единство, это видно из понятия живого существа, решительно от всех других обособленного и действующего с известной спонтанностью. Таким образом, мы уверенно придерживаемся единства, многообразия, целе- и законосообразности нашего объекта. И вот, если мы достаточно рассудительны и сильны, чтобы с простым, но широкообъемлющим, с закономерно свободным, живым, но урегулированным способом представления подойти к нашему предмету, рассматривать и изучать его; если мы в состоянии с тем комплексом духовных сил, который принято называть гением, часто, однако, вызывающим весьма двусмысленные действия, устремиться навстречу известному и недвусмысленному гению производящей природы; если бы многие стали в одном смысле разрабатывать этот грандиозный предмет: то тогда во всяком случае должно было бы возникнуть нечто такое, чему мы, люди, могли бы порадоваться.

И хотя мы считаем наш труд только анатомическим, тем не менее он должен, чтобы быть плодотворным, даже вообще в нашем случае быть возможным, всегда вестись с ориентацией на физиологию. Надо, следовательно, не просто смотреть на существование одних частей рядом с другими, но на их живое взаимное влияние, на их зависимость и действие.

Ибо как все части в здоровом и живом состоянии охватывают друг друга во взаимном непрерывном воздействии, и поддержание уже сформированных частей возможно только посредством сформированных же, то и само

формирование как в его основном предназначении, так и в его уклонениях, должно производиться и определяться их взаимным влиянием, что нам, однако, может раскрыть и осветить лишь тщательное исследование.

*Гете И.В. Лекции по первым трем главам наброска общего введения в сравнительную анатомию, исходя из остеологии // Избранные сочинения по естествознанию. – М., 1957. – С. 191-196.*

***Ч.Дарвин. Термин «Борьба за существование»  
в широком смысле этого слова***

Я должен предупредить, что применяю этот термин в широком и метафорическом смысле, включая сюда зависимость одного существа от другого, а также включая (что еще важнее) не только жизнь одной особи, но и успех ее в оставлении после себя потомства. Про двух животных из рода *Canis* в период голода можно совершенно верно сказать, что они борются друг с другом за пищу и жизнь. Но и про растение на окраине пустыни также говорят, что оно ведет борьбу за жизнь против засухи, хотя правильнее было бы сказать, что оно зависит от влажности. Про растение, ежегодно производящее тысячу семян, из которых в среднем вызревает лишь одно, еще вернее можно сказать, что оно борется с растениями того же рода и других, уже покрывающими почву. Омела зависит от яблони и еще нескольких деревьев, но было бы натяжкой говорить о ее борьбе с ними потому только, что если слишком много этих паразитов вырастет на одном дереве, оно захиреет и погибнет. Но про несколько сеянок омелы, растущих на одной и той же ветви, можно совершенно верно сказать, что они ведут борьбу друг с другом. Так как омела рассеивается птицами, ее существование зависит от них, и выражаясь метафорически, можно сказать, что она борется с другими растениями, приносящими плоды, тем, что привлекает птиц пожирать ее плоды и, таким образом, разносить ее семена. Во всех этих значениях, нечувствительно переходящих одно в другое, я ради удобства прибегаю к общему термину «борьба за существование».

### *Естественный отбор или переживание наиболее приспособленных*

Каким образом борьба за существование, кратко рассмотренная в предыдущей главе, влияет на изменчивость? Может ли принцип отбора, столь могущественный, как мы видели, в руках человека, быть примененным к природе? Я полагаю, мы убедимся, что может, и в очень действительной форме. Вспомним бесчисленные незначительные изменения и индивидуальные различия, представляемые нашими домашними расами и в меньшей степени встречаемые в естественных условиях, а равно и силу наследственности. Действительно можно сказать, что при одомашнении вся организация становится до известной степени пластичной. Но эта изменчивость не создана непосредственно человеком; он не может не вызвать новые разновидности, ни предупредить их возникновение, он может только сохранять и накапливать изменения, которые появляются. Без всякого намерения со своей стороны ставит он организмы в новые и меняющиеся условия жизни, и в результате возникает изменчивость; но сходные изменения условий могут появляться, и действительно появляются, и в природе. Не следует также упускать из виду, как бесконечно сложны и как тесно переплетены взаимоотношения всех организмов друг с другом и с физическими условиями жизни, а отсюда понятно, как бесконечно разнообразны те различия в строении, которые могут оказаться полезными всякому существу при меняющихся условиях жизни. Можно ли, видя несомненное появление изменений, полезных для человека, считать невероятным, чтобы другие изменения, полезные в каком-нибудь отношении для существ, в их великой и сложной жизненной битве, появлялись в длинном ряде последовательных поколений? Но если такие изменения появляются, то можем ли мы (помня, что родится гораздо более особей, чем сколько может выжить) сомневаться в том, что особи, обладающие хотя бы самым незначительным преимуществом перед остальными, будут иметь более шансов на выживание и продолжение своего рода? С другой стороны, мы можем быть уверены, что всякое изменение, сколько-нибудь вредное, будет неукоснительно подвергаться истреблению. Сохранение благоприятных ин-

дивидуальных различий и изменений и уничтожение вредных я назвал Естественным отбором, или Переживанием наиболее приспособленных. Действие естественного отбора не распространяется на изменения бесполезные, безвредные, они представляют либо колеблющийся элемент, вроде изменений, наблюдаемых нами у некоторых полиморфных видов, либо же, в конце концов, закрепляются в зависимости от природы организма и свойств окружающих условий.

Мы всего лучше уясним себе вероятный ход естественного отбора, взяв страну, в которой происходит некоторое незначительное физическое изменение, например климата. Относительные количества ее обитателей немедленно подвергнутся изменению, а некоторые виды, по всей вероятности, вымрут. На основании того, что нам известно о тесной и сложной взаимной зависимости обитателей одной страны, мы вправе заключить, что всякое изменение относительной численности одних обитателей глубоко повлияет на других обитателей независимо от изменения самого климата. В таких случаях ничтожные изменения, в каком-либо отношении полезные для особей того или иного вида в смысле лучшего приспособления их к изменившимся условиям, стремились бы сохраниться, и естественный отбор имел бы полный простор для своего улучшающего действия.

Мы имеем полное основание думать, что изменения в жизненных условиях вызывают усиленную изменчивость; в приведенных примерах условия изменялись, и это, очевидно, должно было благоприятствовать естественному отбору, увеличивая шансы появления полезных изменений. В отсутствии их естественный отбор бессилен что-либо сделать. Не следует забывать, что под словом «изменения» понимаются простые индивидуальные различия. Подобно тому, как человек достиг значительных результатов со своими домашними животными и культурными растениями, накапливая в каком-нибудь данном направлении индивидуальные различия, того же мог достигнуть и естественный отбор, но несравненно легче, так как действовал в течение несравненно более продолжительных периодов времени.



Раз человек может достигать и действительно достигал великих результатов путем систематического и бессознательного отбора, то чего не может достигнуть естественный отбор? Человек может влиять только на наружные и видимые признаки; Природа, - если мне будет дозволено олицетворять естественное сохранение организмов или выживание наиболее приспособленных, - заботиться о внешних признаках лишь в той мере, в какой они полезны какому-нибудь существу. Она может влиять на всякий внутренний орган, на каждый оттенок конституционных особенностей, на весь жизненный механизм. Человек отбирает ради своей пользы, Природа – только ради пользы охраняемого организма. Каждая особенность строения, подвергшаяся отбору, утилизируется ею вполне, - это вытекает из самого факта отбора данной особенности. Человек держит в одной и той же стране уроженцев различных климатов. Он не позволяет наиболее сильным самцам бороться за самку. Он не подвергает всех неудовлетворительных животных неумолимому истреблению, а, напротив, в течение всех времен года оберегает, насколько это в его власти, по возможности все свои произведения. Исходной формой ему часто служат формы, полууродливые или по меньшей мере уклонения достаточно резкие, чтобы броситься ему в глаза или поразить его своей очевидной полезностью. В природном состоянии малейшие различия в строении или общем складе могут резко изменить тонко уравновешенные отношения в борьбе за жизнь и в силу этого сохраниться. Как мимолетны желания и усилия человека! Как кратки его дни! А следовательно, и как жалки полученные им результаты в сравнении с теми, которые накопила Природа на протяжении целых геологических периодов! Можем ли мы после этого удивляться, что произведения Природы отличаются более «устойчивыми» признаками по сравнению с произведениями человека; что они неизмеримо лучше приспособлены к бесконечно сложным условиям жизни и ясно несут на себе печать более высокого мастерства?

Выражаясь метафорически, можно сказать, что естественный отбор ежедневно и ежечасно расследует по всему свету мельчайшие изменения, от-

брасывая дурные, сохраняя и слагая хорошие, работая неслышно и невидимо, *где бы и когда бы не представился к тому случай*, над усовершенствованием каждого органического существа в связи с условиями его жизни, органическими и неорганическими. Мы совершенно не замечаем этих медленно совершающихся изменений в их движении вперед, пока рука времени не отметит истекших веков, да и тогда даже так несовершенна раскрывающаяся перед нами картина геологического прошлого, что мы замечаем только несходство современных форм жизни с когда-то существовавшими.

Хотя естественный отбор может действовать только на пользу данного организма и только в силу этой пользы, тем не менее признаки и строение, которые мы склонны считать совершенно несущественными, могут войти в круг действия отбора. Когда мы замечаем, что насекомые, питающиеся листьями, зеленого цвета, а питающиеся корой – пятнисто-серые, что альпийская куропатка зимою бела, а красный тетерев окрашен под цвет вереска, мы должны допустить, что эти окраски приносят пользу этим птицам и насекомым, предохраняя их от опасностей.

И не следует думать, что случайное истребление животного, особым образом окрашенного, не представляло ничего существенного; вспомним, как важно в стаде белых овец уничтожить ягнят хотя бы с ничтожнейшим черным пятном.

Рассматривая многие мелкие различия между видами, которые, насколько наше неведение позволяет нам судить, представляются нам совершенно несущественными, мы не должны забывать, что климат, пища и пр., без сомнения влияли каким-то прямым образом. Необходимо также постоянно иметь в виду, что, в силу закона корреляции, когда изменения накапливаются путем естественного отбора, возникают и другие изменения, нередко самого неожиданного свойства.

Если мы видим, что изменения, проявляющиеся при одомашнении в известном периоде жизни, стремятся проявиться у потомства в том же периоде, - то и в природном состоянии естественный отбор будет действовать на

организмы и видоизменять их во всяком возрасте путем накопления выгодных для этого возраста изменений и путем их унаследования в соответствующем же возрасте. Если для растения выгодно широко рассеивать свои семена при содействии ветра, то я не вижу, почему для осуществления этого результата путем естественного отбора представилось бы более препятствий, чем для удлинения и усовершенствования волосков на семенах хлопчатника путем отбора, применяемого хлопководом. Естественный отбор может изменить и приспособить личинку насекомого к многочисленным условиям, совершенно отличным от тех, в которых живет взрослое насекомое; а эти изменения, в силу закона корреляции, могут воздействовать и на взрослую форму. Точно так же и обратно: изменения у взрослых насекомых могут отразиться и на строении личинки; но во всяком случае естественный отбор обеспечит их безвредность, потому что в противном случае обладающий ими вид подвергнется вымиранию.

Естественный отбор изменяет строение детенышей сравнительно с родителями и родителей сравнительно с детенышами. У общественных животных он приспособляет строение каждой особи к потребностям всей общины, если только община вынесет пользу из этого подвергшегося отбору изменения особи. Чего не может естественный отбор – это изменить строение какого-нибудь вида без всякой пользы для него самого, но на пользу другому виду, и хотя свидетельства, говорящие будто бы в пользу такого факта, встречаются в естественно-исторических сочинениях, но я не мог найти ни одного случая, который выдержал бы исследовательскую проверку. Особенность, используемая животным только раз в жизни, но имеющая для него очень существенное значение, может быть изменена отбором до любой степени совершенства: таковы, например, большие челюсти, служащие некоторым насекомым исключительно для вскрытия кокона, или твердый кончик клюва у невылупившегося еще птенца, служащий для проламывания яичной скорлупы.

Быть может, здесь уместно заметить, что все существа в значительной мере подвергаются и чисто случайному истреблению, почти или вовсе не имеющему отношения к естественному отбору. Так, например, громадное число яиц или семян ежегодно пожирается, громадное число взрослых животных и растений независимо от того приспособлены ли они наилучшим образом к условиям своего существования или нет, ежегодно погибает от случайных причин.

Но пусть уничтожение взрослых особей будет сколь угодно сильным, лишь бы количество их, которое может существовать в данной местности, не было до крайности сокращено такого рода причинами, или же пусть уничтожение яиц или семян будет так велико, что только сотая или тысячная часть их разовьется, - и тем не менее из числа тех, которые выживут, наиболее приспособленные особи, - предполагая, что существуют отклонения в благоприятном направлении, - будут размножаться в большем числе, чем особи, менее приспособленные. Если же количество особей будет сокращено до крайности указанными только что причинами, - что часто бывает, - естественный отбор окажется бессильным оказать свое действие в известных благоприятных направлениях; но это не может служить возражением против его действительности в другое время или в ином направлении.

*Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. – М, 1987. – С. 51-82.*

## **2. 5. СИНТЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ**

***С.С.Четвериков. О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики***

Я предлагаю только остановиться на некоторых моментах, которые, по моему мнению, особенно важны для правильной оценки роли наших генетических представлений в общем построении теории эволюции. Таких моментов я насчитываю три: 1) возникновение мутаций (или, как я их буду в даль-

нейшем называть, геновариаций) в природе, 2) роль свободного скрещивания при менделевской наследственности и 3) значение при этих условиях отбора.

Нередко приходится встречаться с мнением, что те многочисленные геновариации, которые мы изучаем у кур и мышей, у маиса и гороха, наконец у разных видов плодовой мушки и у целого ряда других лабораторных или одомашненных животных и растений, являются результатом воздействия человека. Многим кажется, иногда сознательно, а иногда и подсознательно, что возникновение всех этих многочисленных наследственных изменений есть результат влияния искусственной обстановки одомашнения или лабораторного воспитания. И именно поэтому в результате такого воздействия большинство возникающих изменений является более или менее выраженными «уродцами», не встречающимися в природе и не могущими иметь никакого значения в процессе эволюции.

Такой взгляд является абсолютно неверным, хотя опровергнуть его экспериментальным путем довольно трудно благодаря тому порочному кругу, в который попадает вопрос. Ведь доказать, что данное изменение, встреченное в природе, является наследственным, т.е. генотипическим, можно только подвергнув его генетическому анализу, а для этого надо его провести по крайней мере в двух поколениях через лабораторную обстановку воспитания, т. е. подвергнуть опять-таки воздействию искусственных условий.

\*\*\*

Однако все же есть целый ряд соображений, которые логически приводят нас к признанию существования в природе процесса образования геновариаций совершенно того же порядка, как он обнаруживается в искусственных условиях.

Но все же остается вопрос, почему в таком случае при существовании тысяч геновариаций среди лабораторных и домашних животных и среди культурных растений мы мало знаем о существовании их в природе, почему у тех же плодовых мушек, для которых мы в настоящее время насчитываем в баночках с культурами свыше 400 геновариаций, мы почти ничего не знаем о

том же процессе в естественных условиях существования. Несомненно, одной из важных причин редкого нахождения в природе геновариаций является часто наблюдающаяся их меньшая жизнеспособность. В этом отношении обильный материал, собранный на *Drosophila*, дает такое количество точно проверенных и проанализированных фактов, что с ним не может идти в сравнение никакой другой материал.

\*\*\*

Очевидно, что при той жестокой борьбе за существование, которая царит в природе, большинство этих менее приспособленных геновариаций, возникающих среди нормальных особей, должны гибнуть очень быстро, обыкновенно не оставляя после себя потомства.

Само собой разумеется, что натолкнуться на такую геновариацию в природе чрезвычайно трудно, а в общем можно сказать, что число геновариаций с пониженной жизнеспособностью значительно больше числа тех, где эта жизнеспособность не пострадала.

Тут мы подошли вплотную к другой стороне вопроса о возникновении геновариаций в природе и о роли их в процессе эволюции. Нередко приходится встречаться с мнением, что весь процесс возникновения геновариаций есть по существу процесс тератологический, что все возникающие изменения в генах являются на самом деле лишь более или менее выраженными «уродцами», в силу чего они не могут иметь никакого значения в процессе поступательной эволюции.

Такое мнение может явиться лишь результатом недостаточно углубленного изучения геновариаций. Действительно, число «уродливых», вредных для организма геновариаций несравненно больше, чем число безвредных (не говоря уже о полезных), но такое соотношение является совершенно естественным, вытекающим из сущности современного приспособления организмов к окружающим их условиям.

Живой организм в нормальной для него среде представляет собой чрезвычайно тонкий, сложный и совершенный механизм, приуроченный

ко всем разнообразным требованиям, предъявляемым к нему со стороны этой среды. «Испортить» такой механизм гораздо легче, чем «исправить».

Если бы кто-нибудь задался целью придумать случайные изменения организма и затем стал бы классифицировать эти изменения по группам вредных, безразличных и полезных, то, наверное, можно сказать, что первая группа была бы во много раз больше обеих других вместе взятых, а последняя группа — полезных изменений — оказалась бы совсем ничтожной. Приблизительно в таких же соотношениях эти группы осуществляются и при геновариационной изменчивости, и это служит лишним подтверждением случайности возникающих изменений.

\*\*\*

В геновариационной изменчивости мы узнали не нечто новое, чего раньше не было, это не новый путь изменчивости, а именно самый основной, извечный путь эволюции, которым шел и развивался органический мир от своего появления на Земле и до наших дней. И если на этом пути мы видим лишь последовательное изменение, лишь медленное превращение одних форм в другие, то это происходило именно потому, что геновариационная изменчивость не может превратить один организм в другой сразу, одним скачком, а лишь постепенно, путем накопления отдельных геновариаций.

\*\*\*

При обсуждении вопроса о возникновении геновариаций в природе необходимо также все время иметь в виду огромную роль свободного скрещивания, поглощающее действие которого должно чрезвычайно сильно сказываться на частоте нахождения геновариаций в их естественных условиях. Анализ роли свободного скрещивания будет посвящена следующая глава, здесь же уместно отметить только тот факт, что благодаря действию этого скрещивания каждая вновь возникающая рецессивная геновариация при скрещивании с нормальной формой как бы растворяется в этой последней и исчезает (практически — в пределах нашего исследования — навсегда) от морфологического обнаружения.

\*\*\*

Наконец, при обсуждении вопроса о возникновении геновариаций в природе необходимо принять во внимание еще и следующее соображение: как показали данные Моргана и его школы, у *D. melanogaster* приходится приблизительно одна геновариация на 10 000 просмотренных мух. Если мы примем это число, за неимением данных для других животных или растений, за обычное отношение между измененными и неизменными организмами, то, допуская ту же интенсивность процесса появления геновариаций в природе, можно рассчитывать встретить на 10 000 нормальных экземпляров один случай возникновения геновариаций. Но едва ли существует много таких сборов, где можно было бы осуществить просмотр 10 000 экземпляров одного вида с целью обнаружения в нем одной геновариации.

\*\*\*

Таким образом, мы уже должны ожидать, что в природе геновариации будут попадать нам на глаза неизмеримо реже, чем в лабораторной обстановке или у культурных растений и домашних животных. Совпадение фактического положения вещей с теоретическим ожиданием является лучшим доказательством справедливости сделанных предположений.

Итак, у нас пока нет никаких оснований видеть в процессе возникновения геновариаций результат искусственного воздействия человека. Напротив, все имеющиеся налицо факты говорят за то, что в природных условиях этот процесс протекает так же закономерно, как и в лабораторных условиях опыта, на что имеется ряд веских причин, устраняющих от нашего наблюдения очень большое число случаев такого возникновения геновариаций в природе.

#### *Геновариации в условиях свободного скрещивания*

Такое определение понятия вида, как совокупности особей, составляющих единый свободно скрещивающийся комплекс, наиболее соответствует нашим генетическим и систематическим представлениям. Понятно, эта свобода скрещивания в целом ряде случаев зависит от ряда как внутренних, так и внешних причин, то усиливающих, то ослабляющих ее значение. Но по-



тенциально все индивиды одного вида могут свободно между собой скрещиваться, не встречая этому препятствия ни в самом процессе оплодотворения, ни в жизнеспособности своего потомства.

\*\*\*

Свободное скрещивание является характерным состоянием громадного большинства естественных видов как животных, так и растений, и значение этого фактора в процессе эволюции нельзя недооценивать.

Действительно, насколько важное значение придавали этому фактору наиболее крупные теоретики эволюционного учения, видно хотя бы из того, что до конца своей жизни Дарвин считал существеннейшим возражением своей теории не критические замечания разных, даже самых крупных биологов, а то, которое было сделано ему в 1867 г. одним инженером - проф. Дженкином, показавшим простым арифметическим расчетом, что в результате свободного скрещивания всякое случайно возникшее, даже полезное отклонение должно очень скоро раствориться среди нормально построенных особей. Таким образом, скрещивание оказывает растворяющее действие на всякое вновь появляющееся единичное, хотя бы и резкое, отклонение.

Эти-то соображения и толкали Дарвина при последующей переработке своей теории все дальше и дальше от современных генетических взглядов на роль и значение единичных отклонений - геновариаций (по дарвиновской терминологии «sports») в процессе эволюционного развития органического мира - и заставляли приписывать все большую и большую роль в этом процессе небольшим, но зато массовым индивидуальным отклонениям организмов, объединяемых теперь под названием «флуктуации».

\*\*\*

Совершенно ту же теоретическую позицию занимает в данном вопросе и другой основатель современного эволюционного учения - А. Уоллес (1898), который в нескольких местах своей книги «Дарвинизм» подчеркивает мысль, что источником эволюционного процесса ни в коем случае не являются отдельные случайные изменения организмов (в нашем смысле —

геновариации), а та незначительная, но массовая изменчивость, которая присуща всему органическому миру.

\*\*\*

Но в настоящее время, после того как генетика так властно подчинила себе всю область полового размножения, а вместе с тем, конечно, и процесс свободного скрещивания, чувствуется настоятельная потребность в пересмотре тех выводов, к которым приходили прежние исследователи, и в согласовании их с нашими современными генетическими представлениями. Из всех многочисленных работ наибольший интерес и значение имеют для нас исследования Пирсона и Харди. Последний автор в маленькой работке, всего в две страницы, установил чрезвычайно важный для нас закон, характеризующий состояние равновесия при существовании менделевских законов наследственности и наличии свободного скрещивания. Его можно назвать законом равновесия при свободном скрещивании, или законом Харди. Коротко этот закон может быть формулирован следующим образом: относительная численность гомозиготных (как доминантных, так и рецессивных) и гетерозиготных индивидов в условиях свободного скрещивания и при отсутствии какого бы то ни было вида отбора остается постоянной при условии, если произведение числа гомозиготных индивидов (доминантных на рецессивных) равно квадрату половины числа гетерозиготных форм.

#### *Естественный отбор*

В предыдущем анализе свободного скрещивания мы старались установить его роль как фактора, стабилизирующего данное сообщество. По самому существу своему этот фактор консервативный, сохраняющий генотипическую структуру вида в том состоянии, в каком она находилась в данный момент.

Прямым антагонистом его в этом отношении является естественный отбор (и вообще отбор в любой его форме). Если свободное скрещивание стабилизирует сообщество, то отбор, напротив, все время выводит его из состояния равновесия, и если в этом смысле мы можем назвать свободное

скрещивание началом консервативным, то отбор, несомненно, является началом эволюторным, непрерывно ведущим к изменению вида.

Совершенно очевидно, что если отбор будет благоприятствовать одной из аллеломорфных форм (совершенно безразлично, доминантной или рецессивной), его действие, направленное к сохранению одной формы в ущерб другой, будет непременно нарушать основную закономерность, лежащую в основе свободного скрещивания, и тем самым все время выводить сообщество из состояния равновесия. Таким образом, в соотношении численностей отдельных аллеломорфных пар сообщества постоянно будут бороться две противоположные друг другу силы: одна - сила отбора, нарушающая существующее состояние равновесия в пользу отбираемого гена, другая - стабилизирующее влияние свободного скрещивания, стремящееся в ближайшем же поколении вновь установить порядок и равновесие, которые вновь и вновь будут нарушаться действием отбора. В результате сообщество будет непрерывно переходить из одного состояния равновесия в другое, и процесс этот будет длиться до тех пор, пока не прекратится работа отбора.

\*\*\*

Благодаря деятельности свободного скрещивания и отбора в условиях менделевской наследственности, каждое даже самое слабое улучшение в организме имеет определенный шанс распространиться на всю массу индивидов, составляющих свободно скрещивающееся сообщество (вид). Тут дарвинизм, поскольку естественный отбор и борьба за существование являются характернейшими его чертами, получил в лице менделизма совершенно неожиданного и мощного союзника.

\*\*\*

В силу особенностей свободного скрещивания ничего не теряется из приобретенного вида. Как бы ни было мало возникшее усовершенствование, пройдут, может быть, сотни и тысячи поколений, а все-таки в конце концов оно выбьется наружу и постепенно сообщится всем особям вида.

Другим важным выводом... является то, что трансмутационное изменение свободно скрещивающегося сообщества - вида, замена менее приспособленной формы более приспособленной, словом, процесс адаптивной эволюции всегда идет до конца. ... В условиях свободного скрещивания, т.е. пока не действует изоляция, борьба за существование и естественный отбор могут непрерывно изменять физиономию вида, могут распространять все новые и новые приспособительные признаки на всю массу индивидов вида, могут совершенствовать любые черты его организации, но никогда не произойдет расщепления вида на два, никогда не осуществится процесс видообразования.

Вид целиком, всей своей массой будет меняться, будет эволюционировать, будет становиться все совершеннее и совершеннее в своем приспособлении к внешней среде. В процессе исторического развития вида мы будем наблюдать процесс адаптивной эволюции, процесс образования истинных - ваагеновских мутаций, когда одна форма целиком в филогенетическом эволюционном процессе заменяется другой.

*Четвериков С.С. О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики. – М., 1975. – С. 133-170.*

***М.Е.Лобашев. Физиологическая гипотеза мутационного процесса***

С начала нашего столетия проблема изменчивости была передана в «собственность» вновь народившейся науки — генетики. Это дало чрезвычайно много для самой проблемы. Она встретила достойный прием и стала одной из задач генетики. Но в этом оказался и тормоз для ее разрешения. Монополия одной из биологических дисциплин на проблему изменчивости оттягивает ее разрешение, так как одних генетических или других односторонних знания и методов оказывается недостаточно для этого. На современном этапе необходим синтез знаний разных наук для решения любой общеприкладной биологической проблемы, а тем более в исследовании процессов изменчивости.

Рассмотрим известные нам факты экспериментального получения мутаций и попытаемся дать им единую интерпретацию.

### *Действие радиации*

К 40-м годам вышло более 500 работ, посвященных генетическим эффектам ионизирующих излучений (Тимофеев-Ресовский, 1937; Шапиро, Нейгауз, 1938; Керкис, 1940). На основании изучения влияния радиации на генетические явления (мутации) Н. В. Тимофеевым-Ресовским совместно с физиками (Zimmer, Delbruck, 1935) была разработана гипотетическая схема мутирования гена, согласно которой ген является сложной молекулой и под мутацией гена понимается пространственная перестройка этой молекулы, изменяющая ее химические свойства. Причиной изменения расположения атомов внутри молекулы могут быть удар электрона или светового кванта или же случайные колебания атома. Для обоснования этой теории использовались следующие доводы: 1) прямая пропорциональность между дозой ионизации и частотой мутаций; 2) независимость этого явления от длины волны излучения; 3) возникновение мутаций в момент ионизации, то есть отсутствие последствия; 4) изменение скорости мутирования гена с изменением температуры по типу зависимости химической реакции от температуры (по правилу Вант-Гоффа).

Следует заметить, что с чисто формальной точки зрения гипотеза непосредственного удара на ген кажется стройной, но с биологической она представляется излишне схематизированной.

С нашей точки зрения увеличение процента мутаций и хромосомных перестроек с повышением дозы отражает прежде всего степень наносимого клетке повреждения. Чем глубже заходят изменения в веществе клетки, тем вероятнее становится и нарушение ядерных структур. Но благодаря способности клетки парировать полученное повреждение, становление мутации должно осуществляться в процессе обратимости повреждения, то есть в процессе его восстановления (репарации). Можно предположить, что чем шире

размах происшедших нарушений, тем затруднительнее должно быть воссоединение в исходный порядок.

Что касается последствий X-лучей на генетические явления, то такое является фактом, не вызывающим сомнения. ...Мы изучали частоту первичного нерасхождения хромосом на разных стадиях онтогенеза дрозофилы. При этом обнаружено, что облучение трехдневных куколок сказывается в течение 6-9 дней после вылета имаго. Следовательно, состояние общего метаболизма клеток, подвергавшихся облучению рентгеновыми лучами, определяет эффективность последних.

Своеобразие действия X-лучей и высокая частота индуцированных ими мутаций были с успехом использованы для толкования природы гена. Но если радиация может действовать на половые клетки и на хромосомы непосредственно, беспрепятственно проходя всю толщу тела организма или клетки, то для прочих внешних факторов характерно опосредованное действие. Представление об исключительно непосредственном действии мутагенного фактора на ген не может удовлетворить биолога. Это представление терпимо в какой-то мере лишь на начальном этапе изучения проблемы.

#### *Действие температуры*

Для выяснения «биологических» причин изменчивости естественно обратиться к анализу природных факторов, которые создают условия существования и развития организмов. К таковым относится прежде всего температура. Известно, что температурные колебания вызывают в половых клетках все типы наследственных изменений.

\*\*\*

В качестве одного из доказательств изменения гена как мономолекулярной реакции часто прибегают к вычислениям температурного коэффициента и к оценкам энергии, необходимой для изменения гена (Muller, 1928; Timofeeff-Ressovsky, 1935). Однако содержательная интерпретация вычисляемых величин далеко не очевидна и вряд ли имеет смысл, хотя бы потому, что понижение температуры также является сильным мутагенным фактором.

Это означает, что если построить график зависимости частоты мутаций от температуры, то получится U-образная кривая. Можно убедиться в сходстве ее с кривой, характерной для изменений обмена веществ в зависимости от температуры (см.: Кожанчиков, 1940). Сомнительно, чтобы это совпадение было чистой случайностью.

Таким образом, можно утверждать, что процесс изменчивости зависит от степени отклонения от оптимума условий существования, которое вызывает изменяющий агент. В тех случаях, когда отклонения от оптимума обратимы, становится возможным усиление мутационной изменчивости. В последующих разделах приводится действие химических соединений, центрифугирования, асфиксии и старения на мутационный процесс, что позволяет автору сделать вывод: «Итак, различные по природе агенты оказываются равнозначными в действии на мутационный процесс. Естественно сделать вывод, что в основе мутагенного действия этих агентов должна быть общая причина.

#### *Паранекротическая гипотеза мутационного процесса*

Д.Н. Насонов и В.Я. Александров (1940) установили, что агенты самой разнообразной природы вызывают в клетке однотипную (неспецифическую) картину повреждения с характерным комплексом изменений. Для обозначения такого комплекса изменений ими предложен термин «паранекроз». В основе паранекротических изменений авторы усматривают изменение химического коллоидного состояния нативных белков их «обратимую денатурацию».

Отсутствие физиологического подхода к анализу влияния внешней среды на мутационный процесс все еще остается основным тормозом в познании причин изменчивости. Это обстоятельство побудило нас попытаться дать в общей форме схему действия внешних условий на мутационный процесс. Выше были приведены генетические исследования по влиянию самых разнообразных по своей природе агентов на мутационный процесс, как-то: X -лучи, лучи радия, ультрафиолетовые лучи, высокая и низкая температура, контрастная смена теплорежима, асфиксия, старение, центрифугирование,

химические соединения (йод, аммиак, серноокислая медь, марганцовоокислый калий, сулема, азотноокислый свинец, колхицин, горчичное масло). Как видно из приведенного списка агентов, индуцирующих мутации, вряд ли можно найти общие черты в их имманентных свойствах. Действие мутагена контролируется сложной цепью процессов, которые нередко маскируют эффект или препятствуют его проявлению. К числу таковых могут быть отнесены: клеточная проницаемость, метаболическая активность, последствие агента, привыкание (онтогенетическая адаптация) к действию агента, стадия развития организма, на которой он подвергается воздействию, клеточный отбор (Лобашев, 1940) и другие организменные процессы.

С точки зрения выдвигаемой гипотезы мутационные изменения возникают в результате реакции клетки как целостной системы на воздействие мутагена. Одним из наиболее важных моментов «паранекротической» гипотезы мутационного процесса является обратимость, репарация полученного клеткой повреждения. Само явление обратимости повреждения, если последнее не зашло глубоко, является неоспоримым фактом как для соматических, так и для половых клеток.

Таким образом, основные положения: во-первых, о неспецифичности действий разнообразных агентов на мутационные изменения; во-вторых, о возникновении мутации как следствия общеклеточных повреждений и, в-третьих, об обратимости клеточного повреждения, вытекающие из литературных и собственных экспериментальных исследований, позволяют предположить новое толкование возникновения мутаций. Возникает ли мутация в момент выведения клетки из нормы или она является следствием неполной обратимости в исходное нормальное состояние, то есть при восстановлении к норме имеет место реверсия структуры хромосом, нетождественная исходному состоянию? Если образование мутаций идет по первому пути, то следует считать, что они возникают в момент непосредственного действия агента. Однако приведенные выше цитофизиологические и генетические данные скорее говорят в пользу того, что в момент воздействия происходит ломка



молекул и структурных элементов клетки. Нам представляется более правильным становление мутации относить к неполной или нетождественной исходному состоянию реверсии.

\*\*\*

Физиологическая гипотеза мутационного процесса не может принять представления о мутации как об узлолокализованном в хромосоме событии, не зависящем от общих клеточных изменений. Напротив, локальное событие – геновариация – может происходить именно в силу общего нарушения, изменения клетки как целостной системы. Неблагоприятные условия среды, выводя клетку из физиологического оптимума в паранекротическую фазу (фазу обратимого повреждения), служат основной причиной перестройки структур протоплазмы. С точки зрения нашей гипотезы мутационное изменение есть лишь следствие изменений, произошедших в клетке.

*Лобашев М. Е. Физиологическая гипотеза мутационного процесса // Исследования по генетике. Вып.6. –Л., 1976. - С. 3-14.*

### ***А.С.Северцов. Необратимость эволюции***

Закон необратимости эволюции был сформулирован на палеонтологическом материале. Однако в основе его лежат микроэволюционные закономерности. ...Для анализа направленности эволюционного процесса этот закон очень важен: любое изменение организации, кроме возвратного, можно интерпретировать как поступательное. Необратимость эволюции, как подчеркнул И.И.Шмальгаузен (1969), была понятна еще Ч. Дарвину, писавшему в «Происхождении видов...», что даже в том случае, если бы полностью восстановились условия, в которых когда-то в прошлом существовал тот или иной вымерший вид, потомки этого вида не могли бы вернуться к прежнему состоянию, так как организация, сформировавшаяся за время эволюции потомков, определяла бы и иной путь их дальнейшего преобразования. В том же духе формулировал закон необратимости эволюции и Л.Долло (цит. по

Шмальгаузен, 1969): «Организм никогда не возвращается точно к прежнему состоянию, даже в том случае, если он оказывается в условиях существования, тождественных тем, через которые он прошел. Но вследствие неразрушимости прошлого он всегда сохраняет какой-нибудь след промежуточных этапов, которые были им пройдены». Необратимость эволюции неоднократно ставилась под сомнение (Любищев, 1982; Соболев, 1924), или полностью отрицалось обращение любых признаков (Abe1, 1911).

В связи с этим необходимо подчеркнуть, что под обратимостью эволюции, согласно И.И.Шмальгаузену (1969), можно понимать лишь обратное движение — поэтапный возврат анцестральных состояний признаков или целостного организма. Действительно, в любом другом случае перестройка признаков (или организмов) будет восприниматься при построении ряда как дальнейшая их эволюция, но не обращение. С этих позиций обращение отдельных признаков, впервые показанное как поправка к закону необратимости эволюции П.П.Сушкиным (1915), может наблюдаться достаточно часто. Особенно это характерно для количественных признаков: увеличение и последующее уменьшение (или наоборот) отдельных органов или размеров всего организма, во многих случаях связанное с перестройками соотношений, вызванных аллометрией, - явление достаточно частое. Изменение соотношений, обусловленных аллометрическим ростом (но, видимо, не только они), может давать картины обращения и качественных признаков. Наконец, поскольку известны возвратные мутации, возникает вопрос, почему обращение даже отдельных признаков - явление, в эволюции достаточно редкое. Отвечая на этот вопрос, М.А.Шишкин (1970) обратил внимание на системность организации, сформулировав представление о том, что даже в случае возврата к исходному состоянию какого-либо гена системы онтогенетических корреляций не смогут вернуться в исходное состояние. Они будут способны лишь перестраиваться дальше. Видимо, «неустранимость прошлого» и следует понимать как статистическую невероятность и адаптивную невозможность обратного развития сформировавшейся системы формообразования.

Отсюда становится понятной и возможность обращения отдельных признаков, особенно количественных, не связанных со сложными перестройками морфогенеза, или, напротив, идущих в рамках допускаемых пластичностью эпигеномных процессов морфогенеза (аллометрический рост).

\*\*\*

К сказанному следует добавить лишь, что сформулированное Ч.Дарвином и затем Л.Долло допущение о возможности возврата организма в условия среды, тождественные тем, в которых существовали его предки, представляет собой не более чем аллегория. На самом деле, такое обращение условий окружающей среды так же невозможно, как обращение системы эпигенотипа или генотипа. Поскольку любой биоценоз представляет собой комплекс коадаптированных и коадаптирующихся в ходе эволюции популяций, эволюционная перестройка любого вида означает для остальных компонентов экосистемы изменение среды, столь же необратимое, как и перестройка морфогенеза. Иными словами, системность всех уровней организации надындивидуальных биологических систем делает невероятным возникновение анцестральных внешних условий, так же как системность организации особи делает невероятным обратное развитие фенотипа. Сказанному не противоречит возможность восстановления фенотипического облика диких видов, осуществляемая методами селекции, т.е. вне системы экологических связей восстанавливаемого вида, например восстановление кавказского зубра. Реконструкция филогенеза всегда возможна, т. е. история жизни на земле не представляет собой того хаоса форм, каким она являлась бы, если бы эволюция обращалась. В этом контексте, т. е. с точки зрения значения направленности, вопрос о том моменте, с которого эволюция становится необратимой, не представляется актуальным.

В вышеизложенной интерпретации закон необратимости эволюции означает, что сформировавшиеся адаптации (даже будучи несовершенными) могут перестраиваться далее, но не могут исчезать путем обратного развития, в точности повторяющего этапы их становления. В такой интерпретации за-

кон необратимости эволюции созвучен принципам синэргетики: сформировавшаяся система любого уровня организации—система онтогенеза, система популяции, система биогеоценоза—направляет и ограничивает дальнейшую перестройку входящих в нее подсистем, выступающих как элементарные единицы при данном уровне рассмотрения процесса развития. Любое направление развития, кроме обратного, может быть представлено как филогенетический ряд. Поскольку обратное развитие невероятно, теоретически филогенез всегда может быть реконструирован.

Подводя итоги обсуждению направленности микроэволюции, необходимо подчеркнуть, что возможно любое изменение направления эволюции популяций, за исключением обратного развития по уже пройденному пути. Любые другие направления будут рассматриваться как прогрессивное преобразование организации особей, составляющих эволюционную группировку и группировки в целом.

*Северцов А.С. Необратимость эволюции // Направленность эволюции. – М., 1990. – С.69-91.*

## **2. 6. АНТИДАРВИНИСТСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭВОЛЮЦИИ**

### ***А.Лима-де-Фариа. Принципы автоэволюционизма***

Автоэволюционизм - это такой подход, который пытается осветить процесс автоэволюции, т. е. эволюции, внутренне присущей веществу и энергии. Я изложу здесь принципы этого подхода. ...

1. Эволюция - процесс, проистекающий из организации вещества в энергии. Автоэволюция—это облигатное состояние вещества и энергии, поскольку ее нельзя отделить от их других свойств.

2. Биологическая эволюция—терминальный и вторичный процесс, а не первичный или определяющий.

3. Корни биологической эволюции следует искать в неорганической материи, как это доказывает «молекулярная эволюция». Более важно, однако, что неорганическая материя прошла также собственный эволюционный путь,

подчиняющийся собственным правилам, которые установились до появления биологического уровня.

4. Прежде чем был достигнут биологический уровень, вещество и энергия претерпели три отдельные и автономные эволюции. Это были: эволюция элементарных частиц, эволюция химических элементов и эволюция минералов.

\*\*\*

10. Биологическая эволюция осуществляется не в результате изменчивости; напротив, ее основой служит главным образом закрепление. Именно благодаря закреплению поддерживается тот жесткий остов, в рамках которого может возникать и развиваться изменчивость. Изменчивость, выходящая за налагаемые этим остовом пределы, приводила бы к полной дезинтеграции при каждой новой модификации. Без этого остова вещество и энергия коллапсировали бы в самом начале.

11. Вся изменчивость упорядочена, поскольку она ограничивается пределами, допускаемыми изначальным закреплением. Упорядоченность возникает только из упорядоченности.

12. Каждый последующий уровень находится в зависимости от своего предшественника. Он может приобретать новые формы и функции только путем комбинирования компонентов предшествующего уровня. Допускаются только комбинации, а эти последние могут лишь следовать правилам и принципам предшествующих уровней.

13. В то же время каждый новый уровень возникает как типичное новшество не потому, что он создает нечто в корне новое, но потому, что он представляет собой продолжение лишь очень немногих уже ограниченных комбинаций предшествующих уровней. Все прочие альтернативы никогда не могли бы возникнуть или были бы отброшены.

14. Резкое отличие каждого из трех неорганических уровней эволюции, а также биологического уровня от всех предшествующих объясняется тем,

что у нас нет возможности сравнивать их со всеми другими альтернативами, которые не смогли реализоваться.

15. В основе всех клеточных организмов лежит одна альтернатива, поскольку генетическим материалом у всех у них служит ДНК. Если бы жизнь существовала в сотне разных типовых форм, основанных на 100 различных генетических материалах, она выглядела бы гораздо менее единообразной и менее необыкновенной. То же самое относится к минералам или к химическим элементам. Последние также основаны на единственной альтернативе – атоме водорода. Все элементарные частицы также выглядят столь одинаковыми, потому что в их основе лежат два компонента - кварки и лептоны.

16. Среди общих эволюционных процессов доминируют два антитетических процесса: один связан с веществом, симметрией и формой, а другой - с энергией, асимметрией и функцией. Они противостоят один другому, но в то же время не могут быть отделены друг от друга. Энергия превращается в вещество, а вещество в энергию. Функция не может существовать без формы, а форма создает функцию. Симметрия ведет к стабильности, тогда как асимметрия порождает новые явления.

17. Типы симметрии, играющие главную роль в создании столь многих паттернов у растений и животных, выражены у минералов так же четко, как у живых организмов. Кристаллы минералов обычно обладают симметрией 1-, 2-, 3-, 4- и 6-го порядков. Симметрия 5-го порядка, так часто встречающаяся у растений и беспозвоночных, была недавно обнаружена у квазикристаллов.

18. Асимметрия в строении цветка или тела человека порождается асимметрией, свойственной макромолекулам (например,  $\alpha$ -аминокислотам), а эта последняя - асимметрией левоспиральных нейтрино. Асимметрия - необходимая предпосылка биологической функции - характерна также для минералов.

19. Считается, что часто наблюдаемые признаки сходства между растениями и животными или между организмами и минералами носят случайный характер или в лучшем случае являются аналогиями, но не гомологиями. Та-

кая точка зрения проистекает от незнания физических и химических процессов, происходящих на нижних уровнях формирования структуры и функции.

20. Все формы гомологичны, варьирует только степень гомологии. Ни одна форма не является случайной, а возникает в результате изоморфизма. Основные паттерны листьев, стеблей, корней, скелетов или любой другой биологической структуры можно обнаружить у минералов и у исходных форм материи.

\*\*\*

24. Способность поддерживать постоянство и в то же время создавать изменчивость формы существовала до того, как появился ген. Вода, кварц и кальцит не имеют генов, но, тем не менее, сохраняют определенный фиксированный паттерн и в то же время способны к многочисленным вариациям своей основной формы. У снежинок можно встретить тысячи различных вариантов, но все они имеют гексагональную симметрию. Кварц и кальцит могут находиться в более чем 2000 форм каждый, и все эти формы кристаллизуются в рамках гексагональной системы.

25. Главнейшим событием в пришествии живых организмов было не размножение, как это принято считать, поскольку в простейшей форме оно уже наблюдается у минералов, а появление замкнутого цикла взаимозависимости, установившегося между белком, РНК и ДНК.

26. Появление биологического уровня характеризуется главным образом формированием клетки, гена и хромосомы. Тем самым были созданы дальнейшие уровни закрепления, повторения и изменения путем комбинирования.

27. Клетка создала жестко канализированные пути, снабдив большую часть молекул метками и получив таким образом возможность распределять их по вполне определенным участкам для выполнения определенных задач. Аппарат Гольджи модифицирует сахара, служащие метками для белков, строго детерминируя их локализацию в клетке, а комплексы тРНК - фермент переносят аминокислоты к рибосомам.

28. Во всем этом участвует также ген, но на вторых ролях. Его вклад сводится главным образом к следующему: а) регулируемое повторение данной структуры путем создания более усовершенствованной «формы» - кода; б) свехупорядоченность, создаваемая его локализацией в органелле с четко выраженными границами - хромосоме; в) огромная скорость; ферментативные процессы в клетке могут протекать и в отсутствие ферментов, последние лишь ускоряют их (во многих случаях в миллионы раз). Кроме того, установлено, что РНК обладает ферментативными свойствами, что прежде считалось прерогативой одних лишь белков; г) закрепление альтернатив; большинство типов симметрии, обнаруженных у живых организмов, уже существует в точно такой же форме у кристаллов и квазикристаллов. Более того, сборка атомов карбоната кальция, из которых построены кости и раковины, определяется чисто физическими процессами. Генный продукт лишь внедряется в минеральный остов, придавая ему определенную специфику. Ген не создает форму, он лишь закрепляет одну из альтернатив, в результате чего лист получается овальным или ланцетовидным, а позвонки длинными или короткими. Точно так же ген не создает функцию, а лишь закрепляет одну из альтернатив. Например, он канализирует реакцию на свет, направляя ее либо по пути, ведущему к фотосинтезу, либо по пути, ведущему к фотодыханию.

29. Структуры и функции, косвенно контролируемые генами, на первый взгляд кажутся совершенно новыми и детерминируемыми только генами, но на самом деле они порождены структурами и функциями, уже существовавшими на предшествующих эволюционных уровнях. В результате комбинирования оснований в молекулах ДНК были закреплены определенные альтернативы, которые затем воспроизводились. Кроме того, обнаружение прерывистых генов и их широкое распространение у эукариот показывает, что и в более сложных организмах не появилось новшеств. Эти гены образуются в результате комбинаций нуклеотидных последовательностей ДНК. В большинстве исследованных прерывистых генов экзон-интронные



соединения образованы одинаковыми основаниями. Это привело к заключению, что процессы комбинации различных эукариотических последовательностей ДНК произошли в ходе эволюции от единственного, и притом отдаленного, предка.

30. Хромосома также играет важную, хотя и второстепенную, роль. Хромосома не вносит ничего нового; она появилась еще позднее, чем ген, поскольку представляет собой совокупность генов. Основная роль хромосомы сводится к внесению упорядоченности в расположение генов и их функцию.

\*\*\*

33. Только некоторые типы клеточных органелл получили возможность объединяться с образованием клетки. Клетки растений и животных содержат одинаковые органеллы (за исключением хлоропластов). Предполагается, что митохондрии, хлоропласты и другие органеллы объединились в симбиотическое образование, которое сегодня называют клеткой. Об этом свидетельствуют результаты молекулярного анализа ДНК и РНК митохондрий и хлоропластов, которые сходны с ДНК и РНК соответственно бактерий и сине-зеленых водорослей.

34. Самосборка представляет собой очевидное следствие автоэволюции. Она наблюдается на всех уровнях - от элементарных частиц до организмов. Самосборка - автоматический и иерархический процесс. Элементарные частицы объединяются в атомы, атомы образуют макромолекулы, макромолекулы - клеточные органеллы и клетки, клетки объединяются в организмы, а организмы - в сообщества. Самосборку вирусов, рибосом, губок и вен человека можно воспроизвести экспериментально.

\*\*\*

44. Биологическая эволюция - процесс симбиотический. Клетка представляет собой как бы мозаику, порождаемую несколькими автономными эволюциями, которые делятся на два типа. К первому относятся автономные эволюции, предшествовавшие возникновению жизни; продукты этих эволю-

ционных процессов вошли в состав клетки в виде элементарных частиц, химических элементов и минералов. Ко второму относятся эволюции таких органелл, как митохондрии и ядро, которые, как предполагается, вначале существовали независимо и лишь позднее объединились в симбиотическую единицу, называемую клеткой. Они продолжают свою автономную эволюцию и в то же время вынуждены подчиняться той новой структуре, к которой они теперь принадлежат. Это и есть главный источник неоптимальности и нестабильности эволюции, которые приводят в замешательство уже несколько поколений эволюционистов. Примерами результата автономных эволюций служат: а) электрические разряды у рыб, порождаемые независимым поведением элементарных частиц; б) наличие больших количеств небелковых пептидов у растений; в) избыток ДНК у эукариот; г) избыток митохондрий в яйцеклетке.

45. Организм также представляет собой мозаику, порожденную несколькими частично независимыми эволюциями. Каждый орган, хотя он и находится под контролем организма как целого, претерпевает частично независимую эволюцию, обусловленную автономными эволюциями составляющих его клеток. Примером такой независимой эволюции служит злокачественный рост. Кроме того, жесткие физико-химические каналы клетки и организма вынуждают их многократно возвращаться ко многим феноменам независимо от преобладающих обстоятельств. Именно поэтому дифференциальное размножение и дифференциальная смертность играют в эволюции незначительную роль.

46. Эволюция необязательно представляет собой медленный процесс, вносящий при каждой трансформации лишь небольшие изменения. Некоторые события происходят за несколько дней, а не столетий. У лягушек переход от жизни в воде к жизни на суше занимает лишь несколько дней и детерминируется химическими факторами. Эта трансформация в своей основе не отличается от «завоевания суши» позвоночными. Человек и другие млекопи-

тающие при рождении всего за несколько минут совершают аналогичный переход из водной среды в воздушную.

47. Оленя можно превратить в кита с помощью химических манипуляций и относительно быстрых событий. Как показывают клонирование и гибридизация ДНК, киты и тюлени произошли не от рыб, а от наземных млекопитающих - оленя и норки соответственно. Тюлени используют при нырянии тот же химический механизм против асфиксии, который используют младенцы при длительных родах.

\*\*\*

49. Не только виды, но даже роды и семейства могут возникать с помощью многих различных механизмов. Их диапазон простирается от изменений, присущих минералам, и физических факторов до изменений в регуляторных ДНК. Структурные гены, по-видимому, играют в эволюции весьма скромную роль.

\*\*\*

54. Имеющиеся в настоящее время данные приводят к следующему главному заключению: упорядоченность возникает только из упорядоченности; форма возникает только из формы; функция возникает только из функции. В Природе ни упорядоченность, ни форма, ни функция никогда не создаются и не утрачиваются; они лишь трансформируются в результате комбинирования. К моему удивлению, это заключение оказалось сходным с химическим законом сохранения материи Лавуазье. Связано это, вероятно, с тем, что биологическая эволюция и эволюции, которые ей предшествовали, рассматриваются теперь лишь как разные уровни непрерывной трансформации материи.

*Лима-де-Фариа А. Принципы автоэволюционизма // Эволюция без отбора. Автоэволюция формы и функции. – М., 1991. –С. 351-361.*

### *Л.С.Берг. Номогенез или эволюция на основе закономерностей*

Предлагаемый очерк имеет целью показать, что эволюция организмов есть результат некоторых закономерных процессов, протекающих в них. Она есть *номогенез*, развитие по твердым законам в отличие от эволюции путем случайностей, предполагаемой Дарвином. Влияние борьбы за существование и естественного отбора в этом процессе имеет совершенно второстепенное значение, и во всяком случае прогресс в организации ни в малейшей степени не зависит от борьбы за существование.

\*\*\*

#### *Теория происхождения целесообразностей у организмов*

Целесообразным мы называем у организмов все то, что ведет к продолжению жизни особи или вида, нецелесообразным - все то, что укорачивает жизнь.

Живыми же можно назвать тела, которые отвечают на раздражение целесообразно. Можно возразить, что при таком определении получается порочный круг: жизнь мы определяем при посредстве понятия целесообразности, а целесообразное - как способствующее жизни. На самом деле круга здесь нет, как это видно из следующего определения живого: это такое тело, которое на раздражение отвечает, как правило, так, что дальнейшее существование данного индивида (или вида, к которому принадлежит индивид) обеспечивается. Телам неживой природы этой способности приписать, по моему мнению, без натяжек нельзя. На случай же могущих возникнуть сомнений к данному выше определению можно прибавить еще, что живая материя способна систематически переводить тепло в работу (напомним, что машины, которые тоже отличаются этим свойством, есть произведение ума и рук человека). Итак, *живыми* следует называть *тела, как правило, целесообразно отвечающие на раздражение и систематически переводящие тепло в работу*. Это определение, думается, охватывает все признаки живого и позволяет всегда отличить его от неживого (т. е. от бывшего живым и от никогда им не бывшего).

\*\*\*

Целесообразность есть основное, далее неразложимое свойство живого, - такое же, как раздражимость, сократимость, способность к питанию, усвоению, размножению. Она не более, но и не менее непонятна, чем любое из перечисленных свойств. Без целесообразности вообще немислимо ничто живое. Выяснить происхождение целесообразностей в живом значит выяснить сущность жизни. А сущность жизни столь же мало умопостигаема, как и сущность материи, энергии, ощущения, сознания, воли.

\*\*\*

*Итак, целесообразность есть основное свойство живого. Этой точки зрения придерживаемся мы.*

Одним из следствий поддерживаемого нами принципа изначальной целесообразности является учение о влиянии упражнения и неупражнения органов, или так называемый *ламаркизм*. И все авторы, как стоящие всецело на точке зрения Ламарка, так и признающие наряду с естественным отбором и принцип Ламарка (каковы Дарвин, Спенсер, Плате и мн. др.), бессознательно поддерживают взгляд на целесообразность как на основное, далее неразложимое свойство живого.

Ибо, в самом деле, что означает собою «первый закон» Ламарка: «У каждого животного, которое еще не достигло предела своего развития, более частое и продолжительное употребление какого-либо органа укрепляет мало-помалу этот орган, развивает его, увеличивает и придает ему силу, которая стоит в соответствии с продолжительностью употребления. Тогда как постоянное неупотребление органа не приметно ослабляет его, приводит в упадок, прогрессивно уменьшает его способности и, наконец, заставляет его исчезнуть».

Этот закон обозначает не что иное, как способность организма поддерживать и развивать нужный орган и устранять ненужный, а это свойство мы называем целесообразным поведением.

Можно было бы сказать: употребление органа вызывает приток крови к нему, следовательно - принос питательного материала и возможность усво-

вершенствования органа. Но непонятно, почему усиленное исполнение органом его функции должно повлечь за собою усиленный приток крови: это ведь акт целесообразный, который сам требует объяснения.

Вообще употребление какого-либо предмета из неорганического мира влечет за собою не совершенствование его, а трату и порчу. Всякий инструмент от употребления изнашивается: пила, топор, перо - тупятся; гранит от воздействия воды и воздуха распадается в дресву, а вовсе не делается плотнее и тверже, железо превращается в ржавчину и т. д. Лишь живое обычно усвершенствуется от употребления. Когда организм переходит в стадию старости и постепенно готовится к превращению в состояние неживой материи, употребление органов начинает изнашивать их: пример - зубы.

Хорошим пояснением сказанного могут служить соображения Плате по поводу следующего, весьма серьезного возражения, которое нередко делается по адресу теории отбора: «Весьма невероятно, чтобы при эволюции сложного органа нужные видоизменения получились одновременно и гармонично». Почему, например, видоизменения в венчике у орхидных стоят в связи с формами опыляющих их насекомых? Или изменения в половых органах самца соответствуют изменениям у самки? Чем вызвана подобная координация и почему она наступает у тех и у других одновременно?

Если, говорит Плате, принимать вместе с Ламарком, Дарвином, Спенсером и Геккелем наследственность благоприобретенных признаков, то на заданный вопрос можно ответить следующим образом. Пусть нам надо объяснить, почему у гигантского (торфяного) оленя по мере увеличения рогов утолщаются кости черепа, усиливаются затылочные мышцы, делаются крепче передние ноги. Это объясняется так. Допустим, что по какой бы то ни было причине рога стали больше и тяжелее; тогда раздражение, которое они оказывали на кости лба, заставило кости стать толще; более сильное натяжение затылочной связки действовало таким же образом на остистые отростки позвонков, а мускулатура шеи и передних ног должна была под тяжестью ро-

гов работать сильнее и потому развилась сильнее. Все эти изменения передавались по наследству, и таким путем постепенно возник вид оленей, у которого величина рогов оказалась координированной с целым рядом других признаков.

Все это объяснение есть типичнейший пример *petitio principii* (предвосхищение основания) и как таковой заслуживает помещения в учебниках логики. В самом деле. Мы спрашиваем, почему одновременно с рогами увеличивалась и шейная мускулатура. На это нам отвечают: потому что увеличение веса рогов оказывало раздражение на организм и заставило его реагировать целесообразно. Но почему же раздражение должно было вызвать такой эффект? Ведь это-то и требуется объяснить. На вопрос, почему организм реагировал целесообразно, нам отвечают: *раздражение* заставило его так поступать. Но это одни слова. Приведем аналогичный пример. Почему вода при 4°C имеет наибольшую плотность? Потому что понижение (или повышение) температуры до 4°C заставляет ее принять это состояние. Неужели кто-нибудь сочтет такой ответ за объяснение?

Почему раздражение заставляет организм реагировать целесообразно? На это ответ может быть только один: потому что *это есть основное свойство живого*. Но удовлетворит ли этот ответ дарвинистов? Думаем - нет. Ибо, если вообще живое обладает способностью реагировать на раздражение целесообразно, к чему весь естественный отбор? Ведь тогда сразу и получается то, что нужно.

#### *Непосредственная целесообразность*

Допустим, что нам нужно подобрать ключ к замку. Мы можем взять связку случайно попавшихся ключей, и из сотни ключей один случайно подойдет к замку. Но можно открыть тот же замок одним, специально для него прилаженным ключом. И в том, и в другом опыте при открывании замка действовал закон причинности и были соблюдены все законы механики, несмотря на то, что в первом опыте ключ подошел случайно.

Так и Дарвин предполагает, что изменчивость организмов столь велика, что отбор, прилаживающий признаки (подобно тому, как открыватель замка прилаживает ключи), всегда найдет случайную вариацию, которая окажется полезной. Селекционизм оперирует со случайно полезными вариациями. Напротив, мы полагаем, что полезная вариация возникает именно там, где она нужна, подобно тому как американский замок открывается своим специальным ключом.

Согласно учению Дарвина, приспособление не может впервые появиться в качестве прямого непосредственного результата жизнедеятельности организма: целесообразное развивается как результат множества уклонений, из коих одно *случайно* оказывается полезным.

По этой теории, всякое целесообразное проявление деятельности организма должно иметь за собою весьма длинную историю: те особи, которые не обладают данной способностью, погибали, те же, у которых случайно требуемое свойство оказалось, выжили и дали потомство, одаренное нужной целесообразностью.

Но на самом деле это не так. Мы знаем теперь много случаев, когда целесообразности обнаруживаются организмом при таких условиях, каких ему в истории его вида заведомо никогда не приходилось переживать. Те целесообразности, о которых мы будем говорить сейчас, проявляются внезапно, сразу, вне всякого участия естественного отбора.

Одним из удивительных примеров являются прививочные «гибриды» или т. н. *химеры*, подробно изученные только в самое последнее время. Еще в 1825 г. парижский садовод Адам, прививая глазки *Cytisus purpureus* на ствол *Cytisus laburnum*, заметил, что в одном случае на месте срастания образовалась ветвь с признаками, промежуточными между *purpureus* и *laburnum*. Ветвь эта была вегетативно размножена, и в настоящее время *Cytisus Adami*, как называли этот прививочный гибрид, нередок в ботанических садах. Цветы его желто-красного цвета, промежуточного между подвоем и привоем. Семена же *Cytisus Adami* дают чистый *Cytisus laburnum*.



\*\*\*

В последнее время стали известны химеры и в животном царстве. Spemann (1921) произвел над зародышами тритонов двух видов – *Molge vulgaris* (обыкновенный тритон) и *M. cristatus* (гребенчатый тритон) следующий опыт: в начале гаструляции он переносил у обыкновенного тритона эктодерму с переднего конца того места, которое дает начало зачатку центральной нервной системы, гребенчатому тритону в такое место, которое со временем даст начало эпидермису. Обратное участие будущего эпидермиса переносится с зародыша гребенчатого тритона на обыкновенного, и именно в место будущей нервной пластинки. Так как клетки эктодермы зародышей обоих видов легко различаются по цвету, то за судьбой пересаженных участков не трудно следить. Оказывается, что пересаженные ткани продолжают свое развитие, причем вполне подчиняются тому положению, в какое они попали: зачаток нервной системы среди зачатка эпидермиса у гребенчатого тритона развивается в эпидермис, зачаток эпидермиса среди зачатка нервной системы у обыкновенного тритона входит с течением времени в состав мозга и глаз. *Но вместе с тем пересаженный участок сохраняет и в новом месте свои видовые отличия. ...*

#### *Роль отбора*

В гл. IV «Происхождения видов» Дарвин приводит такой пример действия естественного отбора. Волк питается оленями. Пусть наиболее сильно размножатся наиболее быстроногие олени, или же другие жертвы волков уменьшатся как раз в самое тяжелое для волков время. «При таких условиях самые быстрые на ходу и поджарые волки будут иметь наиболее шансов пережить и таким образом сохранятся, будут отобраны».

Это рассуждение совершенно верно. Но - и это есть одно из самых существенных возражений против гипотезы естественного отбора - эти быстроногие волки дадут потомство, состоящее не только из быстроногих, но и из тихоходов, притом отношение между теми и другими, или средняя степень быстроногости, у потомков быстроногих будет совершенно такова же, что и

до эксперимента, произведенного естественным отбором. Впрочем, в одном случае отбор окажется действительным: это – если среди волков уже имелись две формы, — быстроногие и тихоходы. В этом случае отбор в состоянии выделить, изолировать уже ранее существовавшие породы. Но тогда вопрос о том, как они образовались, какова была их эволюция, снова встает пред нами. И очевидно, что отбору здесь не принадлежало никакой созидательной роли. Как показали опыты Иоганнсена над бобами и Дженнингса над *Paramecium*, отбор в пределах чистой линии бессилен. А там, где отбор дает результаты, это значит, что исследованные организмы состояли из нескольких чистых линий, обладающих каждая своими особыми наследственными признаками. Но такая смесь не в состоянии дать чего-либо *нового*, чего бы раньше в ней не заключалось как бы долго мы ни применяли отбор. Мало того, нельзя путем отбора выйти даже за пределы вариаций, свойственных чистой линии.

*Переживают ли именно обладатели полезных признаков?*

Согласно теории естественного отбора, оставшиеся в живых особи должны отличаться какими-либо полезными признаками от погибших в борьбе за существование. Опытных исследований по этому вопросу имеется очень мало и результаты получились малоубедительные.

\*\*\*

Насколько можно судить по имеющимся данным, естественный *отбор отсекает отклонения от нормы, уничтожая крайние вариации.*

У 2269 коробочек дикого мака (*Papaver rhoeas*), исследованного К.Пирсоном, оказалось от 5 до 16 лучей, наичаще же бывает 9 - 11. И вот оказывается, что те коробочки, у которых число лучей было близко к *нормальному*, давали гораздо более семян, чем те, которые отличались от типичных. То же самое оказалось справедливым и для [садовой разновидности дикого индийского мака (*Shirley poppy*)], а также для *Nigella hispanica*. У последнего растения норма для коробочек 8 сегментов; такие коробочки были наиболее плодовиты; аномальные же, как и у мака, заключали очень небольшое число семян. Отсюда Пирсон делает вывод, что «плодовитость не рас-

пределяется равномерно среди всех особей, но у постоянных рас имеется сильная тенденция к совпадению признака, соответствующего максимальной плодовитости, и признака, соответствующего типу. Таким образом, всякая раса, как она фактически существует, есть в гораздо большей степени продукт своих нормальных членов, чем этого можно было ожидать, исходя из относительной численности ее различных отдельных представителей».

По наблюдениям Vulpus (1899), погибшие во время бури воробьи как раз оказались уклоняющимися от нормального, типичного, образца воробьев данной местности: выжили именно особи со *средней* длины крыльями, хвостами и т. д.

Все вышеуказанное делает весьма сомнительным, чтобы в естественных условиях смертность могла иметь селективное, т.е. помогающее эволюции, значение: выживают, как правило, особи, приближающиеся к норме; все же уклоняющиеся гибнут независимо от того, составляют ли их отличительные признаки шаг назад по пути прогресса или смогут со временем представить шаг вперед. Таким образом, в естественных условиях отбор не только не содействует эволюции, но даже оказывается для нее тормозом.

*Берг Л.С. Номогенез, или эволюция на основе закономерностей // Берг Л.С. Труды по теории эволюции – Л., 1977. –С. 95-131.*

## **2. 7. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ ОРГАНИЗМА**

***П.К.Анохин. Философские аспекты теории функциональных систем***

Трудно сказать, когда возникла необходимость введения целостного подхода при объяснении функций организма. Эта потребность фактически ощущалась всеми исследователями, но решалась ими различным образом. Одни ученые полностью отрицали что-либо специфическое в целостной организации и делали попытку объяснить ее, исходя только из свойств элементов, входящих в целостные образования. Так возник механистический подход к объяснению целого.

Другие допускали, что множество элементов организма приводится в организованное целое при помощи некоторой неорганической силы, которая, находясь все время в «надорганическом состоянии», обладает специфическим качеством «одухотворения» и формирования организованного целого (например, «энтелехия Дриша», «мнема Блейлера», «руководящая сила Клода Бернара» и др.). Такую позицию заняли виталисты всех направлений, хотя некоторые из них давали объективные оценки целостности.

Преимущество изучения целостного организма с особой силой выражено уже в очень ранних работах И. П. Павлова. Так, например, еще в конце прошлого столетия он выдвинул идею, что наиболее нормальные функции организма можно изучать не у ограниченного в подвижности животного, т. е. в условиях вивисекции, а у целостного, ненаркотизированного животного. Так появились его знаменитые методы исследования: изучение кровяного давления, фистульные методы при изучении пищеварения и, наконец, изучение высшей нервной деятельности.

В области физиологических исследований И. П. Павлов, пожалуй, первым употребил выражение «система» для некоторых специальных случаев своей экспериментальной работы. Речь идет, прежде всего, о формировании динамического стереотипа. Как известно, эта система создается тем, что изо дня в день повторяется стереотипный порядок одних и тех же условных раздражителей. В результате длительной тренировки этот порядок раздражителей, обнаруживаемый по специфическому для данного раздражителя количеству слюны, проявляет себя даже в том случае, когда применяется один и тот же раздражитель.

#### *Состав функциональной системы и иерархия систем*

После того как мы определили само понятие системы, другим важным общим вопросом характеристики системы является выяснение ее состава и роли отдельных компонентов функционирования системы. Определение состава необходимо еще и потому, что именно в этом пункте происходит довольно часто интерференция нового представления о системе со всем тем,

что в прежнее время свободно определялось термином «система» без каких-либо строгих ограничений формулировок и понятий.

Критериями употребления термина «система» являлось все, что представляло собой нечто упорядоченное по сравнению с другими явлениями, относящимися к иным классам (например, система кровообращения, система пищеварения, мышечная система и др.). Ясно, что здесь термин «система» употребляется в смысле принадлежности данного феномена к определенному типу анатомических преобразований, объединенных типом функционирования. Еще и до сих пор имеются исследователи, которые видят в употреблении термина «система» только этот смысл.

Говоря о системе в этом последнем смысле, мы выделяем из целого организма какую-то часть, объединенную типом анатомического строения или типом функционирования, и по сути дела исключаем возможность понимания этих выделенных структур в истинном системном плане. Совершенно очевидно, что система кровообращения никогда не выступает как нечто отдельное, ибо это было бы нонсенсом в физиологии. В полноценном организме кровообращение всегда ведет к получению какого-то приспособительного результата (уровня кровяного давления, скорости кровотока и т. д.). Однако ни один из этих результатов нельзя получить только за счет системы кровообращения. Сюда непременно включаются нервная и эндокринная системы и др. И все эти компоненты объединены по принципу взаимодействия. Поэтому при новом системном подходе вопрос идет об акценте не на каком-либо анатомическом признаке участвующего компонента, а на принципах организации многих компонентов (из многих анатомических систем) с непременным получением результата деятельности этой разветвленной гетерогенной системы.

Очень часто приходится встречаться с каким-то нарочитым подчеркиванием именно структурно-анатомической принадлежности компонентов системы (например, «структурно-системная организация», «структурные уровни» и т. д.). Это, однако, ведет к неправильной ориентации читателя. В самом деле, что значит «структурно-системный»? Разве может быть какая-то систе-

ма организма, например, дающая полезный приспособительный результат, бесструктурной, т. е. функционировать без структуры?

С самого начала надо подчеркнуть, что функциональные системы организма складываются из динамически мобилизуемых структур в масштабе целого организма и на их деятельности и окончательном результате не отражается исключительное влияние какой-нибудь участвующей структуры анатомического типа. Более того, компоненты той или иной анатомической принадлежности мобилизуются и вовлекаются в функциональную систему только в меру их содействия получению запрограммированного результата.

Как мы уже видели из всего изложенного, эти компоненты, входя в систему, теряют свои избыточные степени свободы; остаются лишь те из них, которые содействуют получению именно данного полезного результата, поскольку поведение в целом представляет собой истинный континуум результатов. Едва ли поэтому будет разумным то терминологическое усложнение, которое вводится термином «структурно-системные отношения».

Кроме того, нельзя не отметить и того, что введение понятия структуры в формулировку системы привносит привкус чего-то жестко структурно детерминированного. Между тем одним из самых характерных свойств функциональной системы является именно динамическая изменчивость входящих в нее структурных компонентов, изменчивость, продолжающаяся до тех пор, пока не будет получен соответствующий полезный результат. Ясно, что на первый план в формировании истинно функциональных систем выступают законы результата и динамической мобилизуемости структур, обеспечивающие быстрое формирование функциональной системы и получение данного результата.

Нам хотелось бы отметить одно важное обстоятельство, которое проходит мимо внимания исследователя. Это свойство внезапной мобилизуемости структурных элементов организма в соответствии с непрерывными функциональными требованиями, которые функция предъявляет к структуре. Под свойством мобилизуемости мы понимаем возможность моментального

построения любых дробных комбинаций, обеспечивающих функциональной системе получение полезного приспособительного результата.

\*\*\*

В связи с вопросом структурного состава функциональной системы возникает также и вопрос об иерархии систем, который становится в последние годы все более и более актуальным. Мы никогда не имеем по-настоящему изолированные функциональные системы организма, можно только с дидактической целью выбрать определенную систему, обеспечивающую какой-то результат на данном уровне иерархии систем.

Так, например, соотношение актина и актомиозина, конечно, составляет по своей операциональной архитектонике вполне очерченную функциональную систему, заканчивающуюся положительным результатом, который можно было бы сформулировать как сокращение мышечной фибриллы. Но такая функциональная система представляется лишь промежуточной между еще более тонкими молекулярными соотношениями протоплазмы мышечной клетки и между движением (например, движением охотника по лесу в поисках дичи), поскольку это движение осуществляется в конце концов также с помощью актина и актомиозина. Но как обширен диапазон, в который включено множество функциональных систем, составляющих эту грандиозную иерархию систем!

Естественно поэтому, что, говоря о составе функциональной системы, мы должны иметь в виду, что каждая функциональная система, взятая для исследования, неизбежно находится где-то между тончайшими молекулярными системами и наиболее высоким уровнем системной организации в виде, например, целого поведенческого акта.

Нетрудно понять, что, раскрыв реальные физиологические механизмы объединения функциональных систем различных уровней, мы приблизились бы к решению проблемы органического объединения анализа и синтеза в самом исследовательском процессе.

Все сказанное выше с совершенной очевидностью убеждает нас в том, что перед исследователем стоят по крайней мере два кардинальных вопроса, не решив которые он не может надеяться на понимание тонких механизмов сложных функциональных систем организма. Несколько лет назад эти вопросы были сформулированы нами в следующем виде.

1. Какими конкретными механизмами соединяются между собой subsystemы при образовании суперсистемы? Учитывая наличие в функциональной системе определенного количества специфических для нее узловых механизмов, вопрос можно поставить более конкретно: какими именно узловыми механизмами своей архитектуры соединяются subsystemы, чтобы образовать суперсистему?

2. Различается ли чем-либо принципиально архитектура функционирования как весьма элементарных, так и сложных subsystem? Иначе говоря, функционируют ли системы всех уровней по одной и той же архитектуре, которая характерна для функциональной системы вообще, или эти архитектуры чем-то отличаются друг от друга?

Не объединяются ли по этому же принципу и «большие системы» промышленных предприятий? Мы предоставляем право судить об этом соответствующим специалистам. Но если бы это было так, перед нами встал вопрос о замечательной гармонии в организации всех тех систем, где результат является решающим фактором системообразования.

Мы допускаем, что при анализе такого существенного вопроса, как объединение subsystem в суперсистему, могут возникнуть другие вопросы, однако несомненно одно, что без решения двух поставленных выше вопросов нельзя надеяться на решение всей проблемы иерархии систем в целом. Они принципиальны по своей сути.

Отвечая на первый вопрос, нужно исходить из того вывода, к которому мы пришли при формулировке самого понятия «система». Центральным моментом для системы является результат, так как любой комплекс, и любое



множество становятся системой только благодаря результату. Вместе с тем система не может быть стабильной, если сам результат своими существенными параметрами не влияет на систему обратной афферентацией. А если это так, то любая система, какой бы значительной она ни была в иерархическом ряду, должна подчиняться этим правилам.

Все эти соображения приводят нас к окончательному и фундаментальному выводу о составе иерархии: *все функциональные системы независимо от уровня своей организации и от количества составляющих их компонентов имеют принципиально одну и ту же функциональную архитектуру, в которой результат является доминирующим фактором, стабилизирующим организацию систем.*

*Анохин П.К. Философские аспекты теории функциональных систем. - М., 1978. –С. 51-85.*

### ***И.И.Шмальгаузен. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии***

#### *Методологическое значение проблемы целостности*

Проблема целостности организма может разрабатываться с разных точек зрения. Можно говорить о структурной и о функциональной целостности организма. Однако в настоящее время это не составляет особой проблемы. Еще Гегель говорил, что ни механическое сложение костей, крови, хрящей, мускулов, тканей и т. д., ни химическое — элементов — не составляет еще животного. Понимание структурной и функциональной целостности организма и кладется теперь в основу как анатомического, так и физиологического изучения.

С другой стороны, однако, строение и функции организма получают свое законченное выражение только в процессах развития; закономерности последнего еще не изучены в достаточной мере; вопросы становления целого еще во многом неясны. Поэтому проблема целостности организма в его развитии и составляет в настоящее время одну из центральных и наиболее дис-

куSSIONНЫХ проблем теоретической биологии. Чтобы подойти вплотную к разбираемой проблеме, мы должны, однако, ознакомиться сначала с историческим развитием общих взглядов на значение целого и его частей в биологии. Я попытаюсь пояснить это при помощи очень упрощенных схем, которые помогут уловить наиболее существенное в этих представлениях. При этом мы совершенно условно фиксируем наше внимание только на соотношениях частей и целого и не касаемся пока взаимоотношений между организмом и средой.

Проблема целостности организма рождена идеалистическим мировоззрением. Отсюда у нас и столь распространенное осторожное и даже холодное отношение к этой проблеме. Мы склонны ее просто игнорировать и готовы даже, следуя в этом механистам, признать ее несуществующей. Целое, дано заранее и мы не можем себе представить никакой организации, которая не была бы с самого начала целостной. Поэтому физиологическая, т. е. функциональная, целостность данного организма подлежит, конечно, анализу, но история ее происхождения якобы не составляет особой проблемы. Однако, если связь недифференцированного целого и может рассматриваться как первично данное, то связь расчлененного, дифференцированного целого развивается, несомненно, вторично, на все более высоком уровне, по мере прогрессивного усложнения организации.

Механистические представления подкупают своей простотой и поэтому всегда кладутся в основу научного познания на первых подступах к любой более сложной проблеме. В настоящее время, однако, биология находится на таком уровне развития, когда механистические представления не только уже не удовлетворяют нас, но являются даже прямо тормозом в развитии научного исследования. Механистическое мировоззрение выступило в биологии на смену креационистским и наивно-виталистическим представлениям, которые пользовались общим распространением в течение феодального периода развития человеческого общества. В прошлом веке быстрое развитие капитализма сопровождалось колоссальным успехом естествознания, и

эти успехи были, несомненно, обусловлены внедрением материалистического мировоззрения.

В биологии обычный анатомический анализ расчленяет организм на части: «системы» органов, органы, ткани, клетки. Механисту целое представляется суммой частей, и жизненные отправления организма состоят из функций отдельных органов и тканей. Такое суммативное представление об организме нашло свое выражение в одностороннем развитии клеточной теории. Свойства организма определяются свойствами составляющих его клеток. Вся загадка жизни кроется будто бы лишь в строении и функциях клетки. Отсюда естественный интерес к цитологии и повод для развития целлюлярной патологии Вирхова и целлюлярной физиологии, как она была обоснована Максом Ферворном. Наконец, в современной биологии мы пошли еще дальше по пути анализа — свойства организма «объясняются» свойствами унаследованных им генов. Сумма генов есть геном, дающий якобы полную наследственную характеристику организма.

Суммативное представление об организме может быть пояснено следующей грубой формулой

$$A=a+b+c+d.$$

Свойства целого определяются в этом случае свойствами отдельных частей, а свойства части определяются факторами, заложенными в самой этой части:  $a = (a)$ . Ясно, что эти представления не связаны с попытками разрешить какую-либо научную проблему. Анализ организма и его описание являются самоцелью исследования.

Такое суммативное представление об организме потерпело, однако, полное крушение. Целое обладает новыми свойствами, которых нет в отдельных частях. Вспомним хотя бы такие всем понятные целостные проявления жизнедеятельности, как поведение животного и в особенности проявления высшей нервной деятельности. Поэтому стали говорить, да и у нас нередко говорят, что целое больше, чем сумма составляющих его частей

$$A>a+b+c+d.$$

Это, однако, лишь дальнейшее развитие тех же механистических представлений. Из этого положения логически вытекает, что при вычитании суммы частей из целого получится некоторый остаток, который не является частью и не делим на части и который своим присутствием обуславливает то, что сумма частей становится целым. Такой остаток был назван энтелехией. Таким образом, неовитализм Г. Дриша является лишь логическим завершением механистических взглядов биологов второй половины прошлого столетия.

Эти представления можно выразить следующей формулой:

$$A = (a+b+c+d) + E.$$

В данном случае свойства части  $a$  определяются как факторами, заключающимися в этой части, так и энтелехией, определяющей место и значение этой части в целом:  $a = f [(a), E]$ . При этом нужно пояснить, что фактор  $E$  не делим и не имеет протяженности, он присущ как целому, так и каждой части в этом целом.

Современные холисты правильно отмечают непоследовательность неовитализма, когда свойства целого приписываются уже и части в этом целом. Представления Дриша в своей основе механистичны. Осознав, однако, недостаточность механистических воззрений, он нашел простой выход — прибавил к механистической схеме руководящий нематериальный фактор. Если уже доходить до признания особого фактора  $E$ , определяющего не только наиболее существенные свойства живых существ, именно — их организацию и развитие этой организации, то остается еще сделать только один шаг к признанию этого фактора ответственным за все свойства организма и, в особенности, за те его свойства, которые характеризуют жизнь во всех ее сложных проявлениях. Так это и делает холизм, который является, следовательно, дальнейшей фазой развития неовитализма.

Однако кажущаяся логичность мировоззрения достигается здесь ценой полного разрыва между мертвой формой, т. е. материей, которая мыслится суммативно, и управляющей ею функцией (энергией, движением), которая

представляется целостной. Фактор целостности, или холизм, стоит над формой. Грубо схематично это можно выразить следующими формулами: форма  $A = a+b+c+d$  и часть  $a = (a)$ , но функция  $A = f(N)$  и функция части  $a = f(N)$ .

Легко видеть, что ложно поставленная проблема и здесь не получает никакого разрешения. Представление об организме продолжает оставаться суммативным. Проблема сводится к исканию особого фактора, делающего из суммы частей целое. В результате целостность «объясняется» существованием особого фактора целостности, управляющего целым организмом. Как и у механистов — простая тавтология вместо разрешения проблемы. Кроме того, этот фактор целостности не расчленим, не поддается анализу, т. е. он не материален и является творческим началом, общим как живому, так и неорганизованному миру. Одним словом, вместо научного разрешения проблемы — призыв к мистике, привлечение сверхматериальных факторов, якобы управляющих материей.

Механистические представления в своем логическом развитии привели к отрицанию материальной природы факторов, ответственных за свойства не только живых организмов, но и вообще всего существующего, т. е. механизм в своем завершении привел к идеализму. Чтобы избежать этого пути, мы должны полностью отказаться от неверных исходных положений и именно, прежде всего, совершенно отбросить суммативные представления о целом. Целое не получается суммированием частей, хотя бы и при участии какого-либо дополнительного фактора. Оно развивается одновременно с обособлением частей, по мере прогрессивного усложнения организации. Нельзя говорить, что целое больше, чем сумма частей. Мы вообще не имеем суммы, так как свойства частей сняты, а в целом мы имеем новые свойства. Организм — не сумма, а система, т. е. соподчиненная сложная взаимосвязь частей, дающая в своих противоречивых тенденциях, в своем непрерывном движении высшее единство — развивающуюся организацию. Если говорить языком грубых формул, то целое —  $A = f(a, b, c, d)$ , а часть —  $a = f(A)$ .

Только при таком представлении перед нами открывается научная проблема и возможные пути к ее разрешению. Мы должны изучать то, что объединяет части в одно развивающееся целое и что подчиняет их этому целому, т. е. мы должны анализировать интегрирующие факторы развития и изучать, каким образом эти факторы взаимодействуют и обуславливают согласованное развитие частей в индивидуальном и историческом развитии всего организма.

Здесь необходимо, однако, сделать оговорку. Суммативное представление об организме, конечно, не исключает возможности существования зависимостей частей в целом организме. Однако эти взаимозависимости мыслятся тогда лишь как факторы, уравнивающие отдельные части. Части находятся в организме в состоянии равновесия, и их изменения, определяемые внешними (по отношению к этим частям) факторами, нарушают это равновесие. Зависимости частей выражаются лишь в их изменениях в ответ на внешние воздействия. Они не входят с необходимостью в систему факторов, определяющих нормальные функции и развитие организма, а лишь меняют, нарушают это равновесие. По представлению механистов это нечто чуждое самому развитию. Между тем на самом деле эти связи частей как раз и определяют свойства организма и играют детерминирующую роль в процессах развития. Развитие организма определяется именно постоянными взаимодействиями организма со средой и взаимодействиями частей внутри организма. При рассмотрении проблемы целостности организма для нас приобретают поэтому основное значение взаимозависимости частей, определяющие согласованное их развитие. Только на этом пути материалистического анализа интегрирующих факторов развития мы видим неисчерпаемое поле для научного исследования. Только на этом пути возможен дальнейший прогресс в биологии.

*Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии // Избранные труды. – М., 1982.-С. 12-17.*

## *Г.Селье. Стресс без дистресса*

Каждый человек испытывал его, все говорят о нем, но почти никто не берет на себя труд выяснить, что же такое стресс. Многие слова становятся модными, когда научное исследование приводит к возникновению нового понятия, влияющего на повседневное поведение или на образ наших мыслей по коренным жизненным вопросам. Термины "дарвиновская эволюция", "аллергия" или "психоанализ" уже прошли пик своей популярности в гостиных и в разговорах за коктейлями. Но мнения, высказываемые в таких беседах, редко бывают основаны на изучении работ ученых, которые ввели эти понятия.

В наши дни много говорят о стрессе, связанном с административной или диспетчерской работой, с загрязнением окружающей среды, с выходом на пенсию, с физическим напряжением, семейными проблемами или смертью родственника. Но многие ли из горячих спорщиков, защищающих свои твердые убеждения, утруждают себя поисками подлинного значения термина "стресс" и механизмов его?

[В 1935 г.] мы в первый раз употребили слово «стресс»... для обозначения состояния неспециализированного напряжения в животном организме, проявляющегося в реальных морфологических изменениях в различных органах, и особенно в эндокринных железах, контролируемых гипофизом.

Моя первая статья о стрессе появилась 4 июля 1936 г. ... Я употребил термин «реакция тревоги» для обозначения первоначальной реакции... она, по-видимому, представляет собой соматическое выражение общего «призыва к оружию» защитных сил организма. ... Если [повреждающий] агент настолько силен, что значительное воздействие его становится несовместимым с жизнью, животное погибает еще в стадии тревоги в течение первых часов или дней. Если оно выживает, за первоначальной реакцией обязательно следует «стадия резистентности».

Проявления этой второй стадии совершенно отличны от тех, которые характеризуют реакцию тревоги, а во многих отношениях и прямо противо-

положны ей. Так, например, в ходе реакции тревоги клетки коры надпочечников выделяют секреторные гранулы в ток крови и таким образом истощают свои запасы. В стадии резистентности, наоборот, кора надпочечников становится особенно богатой секреторными гранулами. В то время как при реакции тревоги наблюдается сгущение крови и процессы распада в тканях усиливаются, на стадии резистентности мы отмечали сжижение крови и усиление в тканях процессов синтеза... с восстановлением нормального веса тела.

Интересно, что после еще более длительного воздействия повреждающего агента достигнутая адаптация снова теряется. Животное переходит в третью фазу - «стадию истощения», симптомы которой поразительно напоминают реакцию тревоги...

Поскольку ответ был общим для всего организма и тесно связан с адаптацией, мы назвали его «общим, или генерализованным адаптационным синдромом», выделив три стадии: реакция тревоги, стадия резистентности, стадия истощения. Например, если животное длительно подвергается воздействию какого-то стрессора (например, холода), кора надпочечников сначала истощает все свои гранулы, содержащие кортикоидные гормоны (реакция тревоги), затем в ней появляется необычно большое количество гранул (стадия резистентности) и, наконец, кора надпочечников вновь теряет их (стадия истощения).

\*\*\*

Стрессор, поражающий любой участок организма, стимулирует в гипофизе секрецию АКТГ [адренотропный гормон], который в свою очередь побуждает кору надпочечников к выработке кортикоидных гормонов. Последние вызывают острую инволюцию лимфатических органов (лимфоциты, тимус) и исчезновение из крови лимфоцитов и эозинофилов...

Позднее было установлено, что непосредственным стимулом для секреции АКТГ является выработка... в гипоталамусе некоего АКТГ-освобождающего фактора.

\*\*\*



Факторы, вызывающие стресс - стрессоры, различны, но они пускают в ход одинаковую в сущности биологическую реакцию стресса. ...Стресс есть неспецифический ответ организма на любое предъявленное ему требование. Чтобы понять это определение, нужно сперва объяснить, что мы подразумеваем под словом неспецифический. Каждое предъявленное организму требование в каком-то смысле своеобразно, или специфично. На морозе мы дрожим, чтобы выделить больше тепла, а кровеносные сосуды кожи сужаются, уменьшая потерю тепла с поверхности тела. На солнцепеке мы потеем, и испарение пота охлаждает нас. Если мы съели слишком много сахара и содержание его в крови поднялось выше нормы, мы выделяем часть и сжигаем остальное, так что уровень сахара в крови нормализуется. Мышечное усилие, например бег вверх по лестнице с максимальной скоростью, предъявляет повышенные требования к мускулатуре и сердечно-сосудистой системе. Мышцы нуждаются в дополнительном источнике энергии для такой необычной работы, поэтому сердцебиения становятся чаще и сильнее, повышенное кровяное давление расширяет сосуды и улучшается кровоснабжение мышц. Каждое лекарство и гормон обладают специфическим действием. Мочегонные увеличивают выделение мочи, гормон адреналин учащает пульс и повышает кровяное давление, одновременно поднимая уровень сахара в крови, а гормон инсулин снижает содержание сахара. Однако независимо от того, какого рода изменения в организме они вызывают, все эти агенты имеют и нечто общее. Они предъявляют требование к перестройке. Это требование неспецифично, оно состоит в адаптации к возникшей трудности, какова бы она ни была.

Другими словами, кроме специфического эффекта, все воздействующие на нас агенты вызывают также и неспецифическую потребность осуществить приспособительные функции и тем самым восстановить нормальное состояние. Эти функции независимы от специфического воздействия. Неспецифические требования, предъявляемые воздействием как таковым, - это и есть сущность стресса.

С точки зрения стрессовой реакции не имеет значения приятна или неприятна ситуация, с которой мы столкнулись. Имеет значение лишь интенсивность потребности в перестройке или в адаптации. Мать, которой сообщили о гибели в бою ее единственного сына, испытывает страшное душевное потрясение. Если много лет спустя окажется, что сообщение было ложным, и сын неожиданно войдет в комнату целый и невредимым, она почувствует сильнейшую радость. Специфические результаты двух событий - горе и радость - совершенно различны, даже противоположны, но их стрессорное действие - неспецифическое требование приспособления к новой ситуации - может быть одинаковым.

Нелегко представить себе, что холод, жара, лекарства, гормоны, печаль и радость вызывают одинаковые биохимические сдвиги в организме. Однако дело обстоит именно так. Количественные биохимические измерения показывают, что некоторые реакции неспецифичны и одинаковы для всех видов воздействий. Медицина долго не признавала существования такого стереотипного ответа. Казалось нелепым, что разные задачи, фактически все задачи, требуют одинакового ответа. Но если задуматься, то в повседневной жизни много аналогичных ситуаций, когда специфические явления имеют в то же время общие неспецифические черты. На первый взгляд трудно найти «общий знаменатель» для человека, стола и дерева, но все они обладают весом. Нет невесомых объектов.

Давление на чашу весов не зависит от таких специфических свойств, как температура, цвет или форма. Точно так же стрессорный эффект предъявленных организму требований не зависит от типа специфических приспособительных ответов на эти требования.

\*\*\*

Термин «стресс» часто употребляют весьма вольно, появилось множество путаных и противоречивых определений и формулировок. Поэтому полезно будет сказать, чем не является стресс.

Стресс - это не просто нервное напряжение. Этот факт нужно особенно подчеркнуть. Многие неспециалисты и даже отдельные ученые склонны отождествлять биологический стресс с нервной перегрузкой или сильным эмоциональным возбуждением. Совсем недавно д-р Дж.Мейсон, бывший президент Американского психосоматического общества и один из наиболее известных исследователей психологических и психопатологических аспектов биологического стресса, посвятил прекрасный очерк анализу теории стресса. Он считает общим знаменателем всех стрессоров активацию «физиологического аппарата, ответственного за эмоциональное возбуждение, которое возникает при появлении угрожающих или неприятных факторов в жизненной ситуации, взятой в целом». У человека с его высокоразвитой нервной системой эмоциональные раздражители - практически самый частый стрессор, и, конечно, такие стрессоры обычно наблюдаются у пациентов психиатра.

Но стрессовые реакции присущи и низшим животным, вообще не имеющим нервной системы, и даже растениям. Более того, так называемый стресс наркоза - хорошо известное явление в хирургии, и многие исследователи пытались справиться с этим нежелательным осложнением отключения сознания.

Стресс не всегда результат повреждения. Мы уже говорили, что несущественно, приятен стрессор или неприятен. Его стрессорный эффект зависит только от интенсивности требований к приспособительной способности организма. Любая нормальная деятельность - игра в шахматы и даже страстное объятие - может вызвать значительный стресс, не причинив никакого вреда.

Вредоносный или неприятный стресс называют «дистресс». ...Деятельность, связанная со стрессом, может быть приятной или неприятной. Дистресс всегда неприятен. Стресса не следует избегать. Впрочем, как явствует из определения, приведенного в начале главы, это и не возможно. В обиходной речи, когда говорят, что человек «испытывает стресс», обычно

имеют в виду чрезмерный стресс, или дистресс, подобно тому как выражение «у него температура» означает, что у него повышенная температура, то есть жар. Обычная же теплопродукция - неотъемлемое свойство жизни. Независимо от того, чем вы заняты или что с вами происходит, всегда есть потребность в энергии для поддержания жизни, отпора нападению и приспособлении к постоянно меняющимся внешним воздействиям. Даже в состоянии полного расслабления спящий человек испытывает некоторый стресс, сердце продолжает перекачивать кровь, кишечник - переваривать вчерашний ужин, а дыхательные мышцы обеспечивают движения грудной клетки. Даже мозг не полностью отдыхает в периоды сновидений.

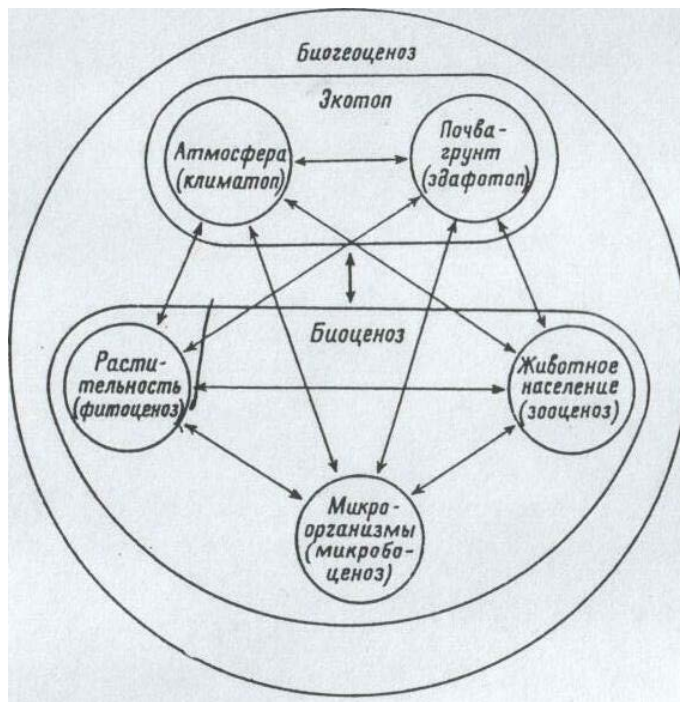
*Селье Г. Стресс без дистресса. – М., 1979. - С.23-45.*

## **2. 8. БИОСФЕРА**

### ***В.Н.Сукачев. Основы теории биоценологии***

Биогеоценоз можно определить как участок земной поверхности, где на известном протяжении биоценоз и отвечающие ему части атмосферы, литосферы, гидросферы и педосферы остаются однородными и имеющими однородный характер взаимодействия между ними и поэтому в совокупности образующими единый, внутренне взаимообусловленный комплекс [рис.1]. Коротко это можно выразить так: биогеоценоз = биоценоз... + биотоп.

При этом зооценоз понимается как все животное население, включая и простейших, обитающее в данном фитоценозе. Поэтому, как правило, границы отдельного биогеоценоза определяются фитоценозом. Однако бывают случаи, когда эта роль принадлежит зооценозу.



**Рис.1.** Структура биогеоценоза и схема взаимодействий между его компонентами (по Сукачеву, 1964)

Сукачев В.Н. Основы теории биоценологии // Избранные труды. Т.1. –Л., 1972. – С. 228-241.

### **В.Н.Сукачев. О пространственной структуре биогеоценоза**

Хотя биогеоценоз представляет собой единство всех взаимосвязанных, взаимообусловленных его компонентов, однако на своем вертикальном и горизонтальном протяжении он не является структурно однородным. Прежде всего надземные и подземные его части резко отличаются между собой по характеру всех его компонентов. То же надо сказать и в отношении горизонтального его простираения. Микрорельеф или чаще нанорельеф создают неоднородность его и в этом направлении. Это может быть вызвано куртинным или пятнистым распределением растений.

\*\*\*

Среди естественных биогеоценозов есть состоящие из полного набора биогеоценологических компонентов (атмосферы, литосферы, педосферы, растительности, животного и микробного населения) и отличающиеся поэтому особо сложным биогеоценологическим метаболизмом и наиболее сложной

морфологической структурой — полночленные биогеоценозы и биогеоценозы, лишенные какого-нибудь компонента, с обедненной структурой и упрощенным обменом (например, без почвы, без атмосферы, без растительности) - неполночленные биогеоценозы. Последние закономерны для водного сектора биогеосферы, где нет почвы, а за отдельными исключениями и атмосферы... но встречаются и на суше (например, биогеоценозы птичьих базаров, где нет растительности, если не считать выбрасываемых морем на скалы водорослей, и где поэтому нет сбалансированного... автотрофно-гетеротрофного циклов биологического круговорота). К этой же категории тяготеют прибрежно-водные биогеоценозы и торфяноболотные биогеоценозы, где отсутствует такой компонент, как почва, и, возможно, некоторые другие.

Важно обратить внимание на то, что как среди водных биогеоценозов, так и особенно среди биогеоценозов суши есть такие, в которых автотрофное живое вещество развито сплошной плотной массой и где, в силу этого, не только очень мощно протекает биологический круговорот веществ и энергии, но вообще все стороны биогеоценозического обмена полностью опосредованы и преобразованы фитоценозами. В таких биогеоценозах, в сущности, совершенно нет прямой связи, а стало быть, и прямого обмена между, например, атмосферой и литосферой. Их контакт и взаимодействие целиком контролируются и изменяются деятельностью зеленого ковра растений. Таковы биогеоценозы леса, луга, болота. Наряду с такими биогеоценозами, которые можно было бы назвать биологически закрытыми, широко распространены биогеоценозы с очень ограниченной массой живого вещества автотрофов, распределенной... не сплошь, а пятнами, или диффузно. Они отличаются пониженной интенсивностью биологического круговорота, резко ослабленным влиянием его на общий биогеоценозический обмен и постоянным прямым контактом и прямым обменом между атмосферой и почвой или вообще субстратом. Такие биогеоценозы характерны, с одной стороны, для разнообразно пессимальных для жизни территорий (жаркие и холодные пу-

стыни, каменистые высокогорья и т.п.), с другой - для первых этапов развития... на геологически молодых субстратах. Такие биогеоценозы можно назвать биологически открытыми.

*Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биоценологии // Основы лесной биоценологии – М., 1964. -С. 36, 490.*

### ***В.И.Вернадский. Биосфера***

Только в 1875 г. один из крупнейших геологов прошлого века, профессор Венского университета Э. Зюсс, ввел в науку представление о биосфере как об особой оболочке земной коры, охваченной жизнью. Он закончил этим медленно проникавшее в научное сознание представление о всюдности жизни и непрерывности ее проявления на земной поверхности. Биосфера представляет оболочку жизни - область существования живого вещества. Пределы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жизни.

Живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны...

Мы выражаем эту повсюдность, распространенность жизни именем, данным Э. Зюссом верхней земной оболочке: «биосфера», «сфера жизни».

\*\*\*

Останавливаясь только на самых общих крупных чертах распределения жизни в океане, можно в нем выделить всего четыре статических скопления жизни: две пленки - планктон и донную и два сгущения -прибрежное (морское) и саргассовое...

Совершенно иную картину, чем гидросфера, представляет суша. По существу, мы имеем здесь одну живую пленку, которую представляет почва и населяющая ее флора и фауна.

... Разрежения жизни, пространства суши, ею бедные, пустыни, ледники и снежные поля, снежные горы в общей сложности едва ли составляют 10% ее поверхности. Вся остальная поверхность суши является жизненной пленкой.

... В общем, на поверхности суши чередуются участки живой пленки в десятки метров (области лесов) и в немногие литры мощностью (травяной покров)...

В почвах живое вещество достигает нескольких десятков весовых процентов; это область наивысшей геохимической энергии живого вещества, важнейшая по своим геохимическим последствиям лаборатория идущих в ней химических и биохимических процессов.

*Вернадский В.И. Биосфера. – М., 1967. -С. 281.*

### ***В.И.Вернадский. Живое вещество и биосфера***

В биосфере мы имеем дело с разными формами биосферного вещества: косного инертного малоактивного вещества, живого дисперсного, чрезвычайно химически и геологически активного, и биокосного вещества, являющегося закономерной структурой из живого и косного вещества...

Значительная часть биосферы состоит из биокосных тел. Такими являются все скопления живых организмов: леса, поля, планктон, бентос, почвы и морские илы, все земные воды... Организованные биокосные тела занимают значительную часть по весу и объему биосферы...

Я буду называть живым веществом совокупность живых организмов, выраженную в весе, в химическом составе, в мерах энергии и в характере пространства... Живое вещество есть самая мощная геологическая сила, растущая с ходом времени...

Массы, образованные из живого вещества... можно сравнивать с массами горных пород поверхностных слоев земной коры... Поясню примерами мою мысль. В конце прошлого века, в 1889 г., английский натуралист доктор Карутерс наблюдал над Красным морем довольно обычное явление, повторяющееся в грандиозном размере каждый год, — переселение саранчи с берегов Северной Африки в Аравию. Он определил количество прямокрылых в одной из туч, пронесившихся над ним в течение целого дня 25 ноября. Пространство, занятое такой тучей, равнялось 5967,3 км<sup>2</sup>; между тем это не была



даже одна из самых больших туч, Карутерс наблюдал гораздо большие. Вес этой тучи отвечал  $4,40 \times 10^7$  т. Чтобы иметь представление об этом числе, можно его выразить иначе. Оно того же порядка, как все количество меди, цинка и свинца, изготовленных человечеством в течение целого столетия ( $4,47 \times 10^7$  т)...

Эта туча саранчи, выраженная в химических элементах и в метрических тоннах, может считаться аналогичной горной породе или, вернее, двигающейся горной породе, одаренной свободной энергией. Перед лицом разнообразия и чрезвычайного величия живой природы туча саранчи — незначительный и мимолетный факт. Существуют явления бесконечно более грандиозные и мощные. Постройки кораллов и известковых водорослей, непрерывные на тысячах квадратных километров; живые пленки планктона океана, плавающие водоросли Саргассова моря, тайга Западной Сибири или гилея тропической Африки представляют такие примеры. Это все единичные факты среди множества других явлений того же порядка...

Можно выделить геохимические функции жизни в биосфере — биогеохимические функции биосферы...

Биогеохимические функции биосферы:

1. Газовая функция... Все газы биосферы теснейшим образом связаны с жизнью, создаются биогенным путем и им же изменяются... Выполняют все организмы.

2. Кислородная функция - образование свободного кислорода (из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , может быть из нитратов и т.п.). Выполняют хлорофилльные растения.

3. Окислительные функции - окисление более бедных кислородом соединений:  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{MnCO}_3$ , солей  $\text{NO}_2$ , дитионатов,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{S}$  и т.п. Выполняют бактерии, большей частью автотрофные.

4. Кальциевая функция - выделение кальция в виде чистых солей (простых и сложных) - углекислых, щавелевокислых, фосфорнокислых (апатитов) и т.п. Выполняют водоросли (хлорофилльные), бактерии, мхи (хлорофилльные), одноклеточные животные организмы (корненожки, частью радиолярии); позвоночные; водные, главным образом, морские, организмы, образу-

ющие кальциевые скелеты — (ракообразные, моллюски, иглокожие, кораллы, гидроиды, ...позвоночные и т.п.).

5. Восстановительная функция (резко выражена для сульфатов) - создание  $H_2S$ ,  $FeS_2$  и, по-видимому, других сернистых металлов ( $ZnS$ ,  $CuS$  и т.п.), частью непосредственно, частью через биогенный  $H_2S$ . Выполняют бактерии.

6. Концентрационная функция - скопление отдельных элементов из их рассеяния в окружающей среде. Это характерно для углерода, основного биоэлемента, и для очень многих других элементов... Эти явления известны для Ca, N, Fe, Mn, Cu, Ba, Sr, J, V, K, Na, Si. Выполняют организмы животные и растительные.

7. Функция разрушения органических соединений — разложение их с выделением  $H_2O$ ,  $CO_2$  и  $N_2$ . Эту функцию выполняют главным образом бактерии [и грибы].

8. Функция восстановительного разложения органических соединений, дающая  $H_2S$ ,  $CH_4$ ,  $H_2$  и т.п. Выполняют бактерии.

9. Функция метаболизма и дыхания организмов, связанная с поглощением  $O_2$  и  $H_2O$ , с выделением  $CO_2$ , с миграцией органических элементов. Выполняют все организмы.

При рассмотрении этой таблицы бросается в глаза:

1) что все без исключения геохимические функции живого вещества в биосфере могут быть исполнены простейшими одноклеточными организмами,

2) что невозможен организм, который мог бы один исполнить все эти геохимические функции, и

3) что в ходе геологического времени происходила смена разных организмов, замещавших друг друга в исполнении данной функции без изменения самой функции.

...Биосфера перешла или, вернее, переходит в новое эволюционное состояние - в ноосферу, перерабатывается научной мыслью социального человечества.

Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого

го целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть «ноосфера».

Ноосфера - биосфера, переработанная научной мыслью, подготовлявшаяся шедшим сотни миллионов, может быть, миллиардов лет процессом, создавшим *Homo sapiens faber*, не есть кратковременное и преходящее геологическое явление. <...>

Человек впервые понял, что он житель планеты и может, должен мыслить и действовать в новом аспекте, не только в аспекте отдельной личности, семьи или рода, государства или их союзов, но и в планетном аспекте.

Создание ноосферы требует проявление человечества как единого целого. Это его неизбежная предпосылка.

*Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. – М., 1994. –С. 28-30, 74, 458.*

## СОДЕРЖАНИЕ

### I. ХИМИЯ

#### 1. 1. УЧЕНИЕ О СОСТАВЕ ВЕЩЕСТВА

|   |    |
|---|----|
| <i>Ломоносов М.В.</i> Введение в истинную физическую химию..... | 3  |
| О частных качествах смешанных тел.....                          | 4  |
| О средствах, которыми изменяются смешанные тела.....            | 7  |
| <i>Менделеев Д.И.</i> Из лекций о периодическом законе.....     | 10 |

#### 1. 2. УЧЕНИЕ О СТРУКТУРЕ ВЕЩЕСТВА

|   |    |
|---|----|
| <i>Бутлеров А.М.</i> Лекции органической химии..... | 18 |
|---|----|

#### 1. 3. УЧЕНИЕ О ХИМИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

|   |    |
|---|----|
| <i>Семенов В.В.</i> Цепные реакции..... | 22 |
|---|----|

#### 1. 4. ХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

|   |    |
|---|----|
| <i>Руденко А.П.</i> Химическая эволюция и биогенез..... | 28 |
|---|----|

### II. БИОЛОГИЯ

#### 2. 1. ПРОБЛЕМА СУЩНОСТИ ЖИЗНИ

|  |    |
|--|----|
| <i>Аристотель.</i> О частях животных.....                            | 31 |
| О душе .....   | 32 |
| <i>Лейбниц Г.В.</i> Монадология.....                                 | 34 |
| <i>Ламетри Ж.Б.</i> Человек-растение .....                           | 38 |
| <i>Ламарк Ж.Б.</i> О живых телах и об их существенных признаках..... | 40 |
| <i>Опарин А.И.</i> Жизнь, ее природа, происхождение и развитие.....  | 44 |

#### 2. 2. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ЖИЗНИ

|   |    |
|---|----|
| <i>Кольцов Н.К.</i> Наследственные молекулы ..... | 49 |
| <i>Морган Т.</i> Теория гена.....                 | 51 |

#### 2. 3. ПРОБЛЕМА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ

|  |    |
|--|----|
| <i>Демокрит.</i> Возникновение животных из земли .....               | 52 |
| <i>Ламарк Ж.Б.</i> Естественная история беспозвоночных животных..... | 55 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Опарин А.И.</i> Современные данные о происхождении жизни.....   | 56  |
| <i>Вернадский В.И.</i> Живое вещество и биосфера .....   | 62  |
| <i>Кальвин К.</i> Химические системы. Объединение систем воспроизведения...                                    | 62  |
| <b>2. 4. ИДЕЯ ЕДИНСТВА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ.</b>  |     |
| <b>ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ</b>   |     |
| <i>Ламетри Ж.О.</i> Человек-растение.....  | 66  |
| <i>Гете И.В.</i> О типе, который должен быть установлен для облегчения<br>сравнительной анатомии.....          | 67  |
| <i>Дарвин Ч.</i> Термин «Борьба за существование» в широком смысле этого<br>слова.....                         | 70  |
| Естественный отбор или переживание наиболее<br>приспособленных.....  | 71  |
| <b>2. 5. СИНТЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ</b>   |     |
| <i>Четвериков С.С.</i> О некоторых моментах эволюционного процесса с<br>точки зрения современной генетики..... | 76  |
| <i>Лобашев М.Е.</i> Физиологическая гипотеза мутационного процесса .....                                       | 84  |
| <i>Северцов А.С.</i> Необратимость эволюции.....   | 89  |
| <b>2. 6. АНТИДАРВИНОВСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭВОЛЮЦИИ</b>   |     |
| <i>Лима-де-Фариа А.</i> Принципы автоэволюционизма .....   | 92  |
| <i>Берг Л.С.</i> Номогенез или эволюция на основе закономерностей.....   | 100 |
| <b>2. 7. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ ОРГАНИЗМА</b>  |     |
| <i>Анохин П.К.</i> Философские аспекты теории функциональных систем .....                                      | 107 |
| <i>Шмальгаузен И.И.</i> Организм как целое в индивидуальном и<br>историческом развитии.....                    | 113 |
| <i>Селье Г.</i> Стресс без дистресса.....  | 119 |
| <b>2. 8. БИОСФЕРА</b>  |     |
| <i>Сукачев В.Н.</i> Основы теории биоценологии.....  | 124 |
| О пространственной структуре биогеоценоза .....  | 125 |
| <i>Вернадский В.И.</i> Биосфера .....  | 127 |
| Живое вещество и биосфера.....   | 128 |

**Учебное издание**

**Хрестоматия по учебному курсу  
«Концепции современного естествознания»**

**Часть II.**

**Химия. Биология**

Редактор: Н.Л.Попова

Компьютерный набор: М.Ю.Прокопьева

Подписано в печать

Формат 60x84x 1/8

Заказ №

Усл.печ.л.

Тираж 100

Бумага тип № 1

Уч.-изд.л.

Цена свободная

---

РИЦ Курганского государственного университета.

640669, г.Курган, ул.Гоголя, 25.

Курганский государственный университет.