

В истории биологии можно выделить ряд возникших в разное время концепций как обобщенных ответов на сущностные, основополагающие вопросы о живом мире, составивших концептуальную систему в виде биологической картины мира. Прежде всего это ответы на вот какие вопросы:

- 1) что представляет собой живое (живая материя), по каким критериям можно отличить живое от неживого (живую материю от неживой материи);
- 2) каким образом могла возникнуть жизнь (живая материя);
- 3) каким образом живая материя эволюционирует, как могут возникать новые виды.

Появление очередной биологической концепции открывало новое видение биологической реальности, показывало, что биологический мир более сложный, чем представлялся до тех пор, обогащало биологическое познание мира новыми установками, идеалами. Со временем что-то в них устаревало, теряло свою значимость, т. к. противоречило новым биологическим знаниям, но что-то важное сохранялось, не утратив своей ценности. Таким образом, в современной биологической картине мира можно выделить главным образом четыре концепции биологии:

- 1) концепцию обмена веществ (метаболизма) живого, не теряющую своей значимости благодаря объективному существованию живой материи, способной к обмену веществ (метаболизму);
- 2) концепцию самовоспроизведения живого, не теряющую своей значимости благодаря объективному существованию живой материи, способной к самовоспроизведению;
- 3) концепцию однократного абиогенного происхождения живого, не теряющую своей значимости благодаря доказываемой все большим количеством научных фактов возможности появления живой материи в результате эволюции химических систем;
- 4) концепцию биологической эволюции, не теряющую своей значимости благодаря объективному существованию эволюции живой материи.

## **1. Концепция обмена веществ (метаболизма) живого**

- об открытости целостных живых вещественных объектов;*
- об обмене веществ, или метаболизме;*
- о катаболизме (диссимиляции) и анаболизме (ассимиляции);*
- о ферментах (энзимах), биокатализе (ферментативном катализе)*

*Представления об открытости целостных живых вещественных объектов и производимом ими обмене веществ (метаболизме) формировались благодаря прежде всего экспериментальным работам, в первую очередь, таких ученых, как французский химик Антуан Лоран Лавуазье, французский ученый-натуралист Рене Антуан Реомюр, итальянский ученый-натуралист и священник Ладзаро Спалланцани, британский священник, ученый-натуралист и философ Джозеф Пристли, швейцарский ученый-натуралист Жан Сенебье, нидерландско-британский физик и химик Йоханнес (Ян) Ингенхаус (вторая половина XVIII в.), швейцарский ученый-натуралист Николас Теодор де Соссюр (конец XVIII – начало XIX вв.), российский химик Константин Готтлиб Сигизмунд Кирхгоф, французский химик и математик Ансельм Пайен, французский химик и биохимик Жан Персоль (первая половина XIX в.), французский физиолог и патолог Клод Бернар (середина XIX в.), германский биохимик и физиолог Эрнст Феликс Иммануил Гоппе-Зейлер (вторая половина XIX в.), российский микробиолог Сергей Николаевич Виноградский, германские химик и биохимик Эдуард Бухнер, химик-органик и биохимик Эмиль Герман Фишер, биохимик и физиолог Людвиг Карл Мартин Леонгард Альбрехт Коссель (вторая половина XIX – первая половина XX вв.). Они до сих пор в определенной степени сохраняют свою актуальность и не утратили не только своей научной, но и культурной ценности.*

Любые целостные живые вещественные объекты (живые тела) являются открытыми системами (примитивные хотя бы на одной из обязательных стадий сво-

его жизненного цикла, как, например, вирусы вместе с подходящей живой клеткой организма-хозяина, в которой они паразитируют), что правда само по себе еще не является специфическим признаком живого. Но благодаря такому свойству живые тела активно взаимодействуют с внешней средой. И это взаимодействие сопровождается избирательным поглощением из внешней среды индивидуальных веществ (а у фотосинтезирующих организмов еще и фотонов), биохимическим превращением их частично в нужные формы, необходимые живому телу и образующие его, становясь его неотъемлемой частью, а частично в более простые формы, которые вместе с ненужными веществами выводятся во внешнюю среду. Биохимические превращения (реакции) по своей природе не отличаются от химических, хотя они и индуцируются живыми телами. Всю совокупность биохимических реакций, обеспечивающую жизнедеятельность живому телу, называют обменом веществ, или метаболизмом, который является одним из главных отличительных свойств всего живого, но не единственным. Наличие обменных процессов (процессов метаболизма) характерно для любого живого объекта (хотя бы на одной из обязательных стадий своего жизненного цикла). Но подобные процессы можно усмотреть не только у живых объектов, а еще и у химических, например, у открытых каталитических систем, в т. ч. автокаталитических циклов и гиперциклов.

Все процессы обмена веществ, или метаболизма, можно условно разделить на два качественно различающихся вида: процессы катаболизма, или диссимиляции (распада сложных органических веществ на более простые, в т. ч. и неорганические вещества) и процессы анаболизма, или ассимиляции (синтеза сложных органических веществ из более простых, в т. ч. неорганических). Процессы катаболизма и анаболизма в живом теле определенным образом организованы во времени и пространстве, согласованы между собой и образуют целостную, тончайше отрегулированную систему обмена веществ (метаболизма), сложившуюся в результате длительной эволюции как одна из основополагающих (базовых) жизненных систем.

В своем большинстве биохимические превращения, происходящие как в живых телах, так и во внешней среде под влиянием живых тел, являются биокаталитическими или ферментативными. Для их осуществления живые тела синтезируют специфические белковые катализаторы – ферменты, или энзимы, являющиеся биополимерами. Поступившие во внешнюю среду или выделенные искусственно из живых тел ферменты сохраняют свою активность при определенных условиях. Осуществляемый при помощи синтезированных живыми системами ферментов ферментативный катализ, или биокатализ, во многом подобен обычному химическому катализу, но есть и существенные отличия:

1) ферментативный катализ намного быстрее по сравнению с неферментативным катализом, т. к. ферменты как белковые макромолекулы имеют особую форму (конфигурацию), благодаря которой они очень хорошо подходят к молекулам реагентов как ключ к замку, способны удерживать их в ждущем состоянии до начала реакции, собирают подходящее химическое окружение для нужного ферментативного процесса;

2) ферментативный катализ отличается от неферментативного большей специфичностью (избирательностью), т. к. каждый фермент направляет и ускоряет, как правило, одну реакцию по превращению одного реагента в один продукт;

3) ферментативный катализ отличается от неферментативного регулируемостью, в основе которой лежит изменение активности фермента.

Почти любое вещество, для того чтобы участвовать в обмене веществ, должно вступить во взаимодействие с ферментом. При этом оно будет изменяться с большой скоростью в совершенно определенном направлении. Каждая ферментативная реакция является отдельным звеном в цепи тех биохимических превращений (метаболических путей), которые в своей совокупности и составляют обмен веществ (метаболизм). Каталитическая активность ферментов изменяется в широких пределах и находится под контролем сложной и тонкой системы регуляций, обеспечивающих организму оптимальные условия жизнедеятельности при меняющихся условиях внешней среды. Таким образом, закономерный порядок

биохимических превращений зависит от состава и активности ферментного аппарата, настраивающегося в зависимости от потребностей организма. Интересно, что в основе обмена веществ (метаболизма) лежит единый для всех организмов биохимический план. Но наряду с принципиальным сходством в основном порядке биохимических превращений организмы, принадлежащие к разным систематическим группам и стоящие на разных ступенях исторического развития, имеют существенные и характерные различия в обмене веществ (метаболизме).

## 2. Концепция самовоспроизведения живого

- о самовоспроизведении и его молекулярных механизмах;*
- о составе, структуре и основной функции ДНК и РНК;*
  - о репликации (редупликации) ДНК;*
- о комплементарности азотистых оснований и цепей ДНК;*
  - о транскрипции;*
  - о трансляции;*
- о кодон-антикодонном взаимодействии;*
- о генетическом коде и его свойствах*

*Представления о молекулярных механизмах самовоспроизведения целостных живых вещественных объектов и особенностях участвующих в этом макромолекул формировались благодаря экспериментальным и теоретическим работам, в первую очередь, таких ученых, как швейцарский физиолог, гистолог и биолог Иог'ан Фр'идрих Мишер, германский анатом и гистолог Р'ихард 'Альтман, германский биохимик и физиолог Л'юдвиг Карл М'артин Леонг'ард 'Альбрехт К'оссель (вторая половина XIX в.), американский биохимик Фо'эбус Ар'он Теод'ор Левен (10-20-е годы XX в.), британский бактериолог, генетик и врач Фр'едерик Гр'иффит (1928 г.), британский физик и молекулярный биолог У'ильям Т'омас 'Астбери (1937 г.), американские генетик Джордж У'элс Бидл, биохимик и генетик Эду'ард Лаури Т'ейтем, молекулярный биолог, иммунолог и медик 'Освальд Теод'ор 'Эйвери (40-е годы XX в.), шведский цитолог и генетик Г'орбьёрн 'Оскар К'асперссон, австрийско-германско-французско-американский биохимик 'Эрвин Ч'аргафф, британский химик-органик Алекс'андер Р'обертус Тодд (40-50-е годы XX в.), американский бактериолог и генетик 'Алфред Дей Х'ерши, британские биофизик М'орис Хьюг Фр'едерик У'илкинс, биофизик и ученый-рентгенограф Розал'инда 'Элси Фр'анклин, советско-американский физик-теоретик, астрофизик и популяризатор науки Ге'оргий Ант'онович Г'амов, американский биохимик 'Артур*

*Корнберг, западногерманско-американский физик, биофизик, генетик, вирусолог и молекулярный биолог Макс 'Людвиг 'Хеннинг Дельбр'юк, американские микробиолог и генетик М'этью М'езелсон, молекулярный биолог Фр'анклин У'ильям Шталь (50-е годы XX в.), американский биолог Джеймс Дь'юи У'отсон, британский молекулярный биолог, врач и нейробиолог Фр'энсис Х'арри К'омптон Крик (50-60-е годы XX в.), французские микробиолог и генетик Франсу'а Жак'об, биохимик и микробиолог Жак Люсь'ен Мон'о, американский биохимик и генетик М'аршалл У'оррен Н'иренберг, индийско-американский молекулярный биолог Хар Г'обинд Кор'ана и испанско-американский биохимик Сев'еро Оч'оа (60-е годы XX в.). Они в определенной степени сохраняют свою актуальность и не утратили не только своей научной, но и культурной ценности.*

Любые целостные живые вещественные объекты (живые тела) способны к самовоспроизведению. Под самовоспроизведением понимают способность размножаться, т. е. создавать такие же или подобные тела с увеличением тем самым своей численности. Но самовоспроизведение само по себе еще не является специфическим признаком живого, т. к. к самовоспроизведению в виде репликации также с увеличением своей численности способны и продукты отдельных звеньев гиперцикла – еще химической системы.

В основе самовоспроизведения лежат биохимические процессы репликации (редупликации), транскрипции и трансляции. Ключевая роль при этом принадлежит природным информационным биополимерным макромолекулам ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты) и РНК (рибонуклеиновой кислоты). Мономерами ДНК и РНК являются нуклеотиды, состоящие из азотистого основания (аденина, тимина, гуанина или цитозина у ДНК, аденина, урацила, гуанина или цитозина у РНК), пятиуглеродного сахара (дезоксирибозы у ДНК, рибозы у РНК) и остатка фосфорной кислоты. Причем макромолекулы ДНК имеют двухцепочечную структуру в виде двойной спирали, а макромолекулы РНК – одноцепочечную структуру, подобную половине ДНК. ДНК (а у ряда вирусов – РНК) является матери-

альным носителем наследственной, или генетической, информации. Эта информация называется наследственной потому, что она наследуется, т. е. передается от родительских особей потомкам. А генетической эта информация называется потому, что в ДНК выделяются отдельные, расположенные строго друг за другом и неперекрывающиеся, участки – гены как единицы генетической информации, и каждый ген хранит информацию о, главным образом, последовательности аминокислот в соответствующей белковой молекуле по принципу: один ген – один белок. Наследственная, или генетическая, информация определяет все признаки живого тела. Таким образом, основная функция ДНК (а у ряда вирусов – РНК) – хранение и передача наследственной, или генетической, информации дочерним особям (а у многоклеточных организмов – и дочерним клеткам), а также реализация ее в РНК и белковых макромолекулах. Кроме того, различные типы РНК (рибосомная, матричная или информационная, а также транспортная) обеспечивают синтез белков.

Для макромолекул ДНК характерно важное свойство удвоения – образования двух одинаковых двухцепочечных макромолекул, каждая из которых идентична исходной макромолекуле. Такой процесс называется репликацией (редупликацией). Под воздействием фермента ДНК-полимеразы двухцепочечная спираль ДНК раскручивается и цепочки расходятся, отделяясь друг от друга. Из свободных нуклеотидов, имеющих в содержимом клетки, в строгом соответствии с принципом комплементарности достраивается двухцепочечная структура каждой половинки ДНК. Комплементарность означает соответствие. Азотистому основанию аденину соответствует азотистое основание тимин (или урацил), и наоборот тимину (или урацилу) – аденин, а азотистому основанию гуанину соответствует азотистое основание цитозин, и наоборот цитозину – гуанин. Таким образом, выделяются комплементарные пары азотистых оснований:

- 1) аденин – тимин (или урацил);
- 2) гуанин – цитозин.

Цепи ДНК комплементарны друг другу, т. к. их соединение в двухцепочеч-

ную структуру осуществляется комплементарными азотистыми основаниями. Комплементарность цепей ДНК лежит в основе их важнейшей функции: передачи наследственной информации. Репликация на основе комплементарности азотистых оснований обеспечивает точное копирование генетической информации для ее передачи дочерним клеткам.

ДНК служит матрицей (инструкцией) для синтеза матричной, или информационной, РНК. Процесс передачи генетической информации с ДНК на матричную РНК называется транскрипцией. Матричная РНК синтезируется при участии специального фермента РНК-полимеразы на одной из половинок ДНК из свободных нуклеотидов, имеющих в содержимом клетки, опять же в строгом соответствии с принципом комплементарности. В эукариотических клетках к тому же точность передачи генетической информации с ДНК на матричную, или информационную, РНК поддерживается тремя ферментными системами, находящимися в ядре.

Матричная, или информационная, РНК служит своеобразной матрицей (инструкцией) о том, в какой последовательности должны присоединяться аминокислоты друг к другу при синтезе белковой макромолекулы. Процесс передачи генетической информации с матричной РНК на синтезируемую белковую макромолекулу называется трансляцией. Он осуществляется в специальных клеточных структурах – рибосомах. Нужные аминокислоты приносят в рибосомы специальные молекулы – транспортные РНК. Так как считывание генетической информации осуществляется триплетами – тройками нуклеотидов, то существуют и комплементарные пары триплетов нуклеотидов, построенные на комплементарности азотистых оснований нуклеотидов. Каждому триплету – кодону – матричной (информационной) РНК найдется комплементарный триплет – антикодон – транспортной РНК. Таким образом, точность передачи генетической информации на белковую молекулу обеспечивает кодон-антикодонное взаимодействие матричной РНК с транспортными РНК – в соответствии с принципом комплементарности.

Трансляция – перевод с «нуклеотидного» языка генов на «аминокислотный»

язык белков осуществляется с помощью генетического кода, который ставит в соответствие последовательности нуклеотидов гена определенную последовательность аминокислот в синтезируемой белке. Главное свойство генетического кода – его триплетность, т. к. каждая тройка нуклеотидов (триплет или кодон) строго соответствует одной аминокислоте или обозначает прерывание синтеза белковой молекулы. Прерывание синтеза белковой молекулы кодируется тремя кодонами. Другое не менее важное свойство генетического кода – вырожденность, т. к. многим аминокислотам соответствует не один, а несколько триплетов (кодонов). Очень важное свойство генетического кода – его специфичность (однозначность), т. к. один триплет (кодон) всегда кодирует только одну аминокислоту. Генетический код универсален – он един для всех обитателей планеты Земля. Универсальность генетического кода вместе со сходством аминокислотного состава всех белков и нуклеотидного состава всех ДНК и РНК свидетельствует в пользу биохимического единства живой материи.

Биохимические процессы репликации (редупликации), транскрипции и трансляции в живом теле определенным образом организованы во времени и пространстве, согласованы между собой и образуют целостную, тончайше отрегулированную молекулярную систему самовоспроизведения, сложившуюся в результате длительной эволюции как одна из основополагающих (базовых) жизненных систем.

### 3. Концепция однократного абиогенного происхождения живого

*– о возникновении живой материи, а также об абиогенном образовании рибонуклеотидов и РНК, РНК-содержащих гиперциклов и протобионтов как ключевых моментах этого процесса*

*Представления о возможности закономерного возникновения живой материи из неживой материи формировались благодаря теоретическим работам, в первую очередь, таких ученых, как советский биохимик Алекс'андр Ив'анович Оп'арин и британский биолог, философ науки и популяризатор науки Джон Бёрдон С'андерсон Х'олдейн (20-е гг. XX в.), американский ученый Карл Р'ичард Вёзе (1968 г.), американские физик, биохимик и молекулярный биолог У'олтер Г'илберт и химик Р'оберт Шап'иро (1986 г.). Они в определенной степени сохраняют свою актуальность и не утратили не только своей научной, но и культурной ценности.*

Сейчас не вызывает никакого сомнения, что любое живое тело появляется только от другого живого тела (с участием еще одного живого тела или же без него) в результате того или иного способа размножения. То, что живые тела не могут просто так, запросто, в каких бы то ни было условиях появляться из неживого, например, из речного ила, грязи, мусора, навоза, мяса, подтверждено многочисленными экспериментами (таких ученых, как, например, итальянский врач, ученый-натуралист, поэт, литератор, лингвист, историк XVII в. Франч'еско Р'еди, итальянский ученый-натуралист и священник XVIII в. Ладз'аро Спалланц'ани, французский микробиолог и химик XIX в. Лу'и Пастёр).

Но изначально живая материя вполне могла возникнуть самопроизвольно, естественным образом из неживой материи, абиогенно, т. е. в отсутствие каких-либо форм жизни, но не в любое время, далеко не запросто, а только лишь при соответствующих условиях, однократно. И это не одномоментный акт, а длитель-

ный, требующий сотен миллионов лет, постепенный, многоступенчатый процесс. Живая материя действительно имеет свои корни в неживой природе, с которой неотрывно связана физически и химически. Все живые тела образованы из атомов химических элементов, ядер и элементарных частиц, которые обыкновенно содержатся и в неживой природе, живые системы изначально нуждаются в усвоении веществ и электромагнитного поля неживой природы, способны к гравитационному и электромагнитному взаимодействиям.

Появлению живой материи конечно же предшествовал длительный период химической эволюции, в результате которой появились и развивались открытые каталитические системы и как линейные, и как разветвленные, и как циклические. Можно сказать, что эти еще химические структурно упорядоченные образования уже обладали неким прообразом обмена веществ (метаболизма), осуществляли примитивное подобие метаболических циклов. Но именно они и могли создать необходимые условия для перехода неживой материи к живой материи.

В предположительном сценарии перехода от неживого к живому можно выделить три ключевых момента:

- 1) химический (абиогенный, т. е. в отсутствие каких-либо форм жизни) синтез рибонуклеотидов и РНК;
- 2) образование РНК-содержащих гиперциклов;
- 3) образование протобионтов.

Ключевая роль в переходе химических систем к биологическим (живым) принадлежит РНК, которые должны образоваться химическим путем (абиогенно, т. е. в отсутствие каких-либо форм жизни) из рибонуклеотидов, которые предварительно должны были образоваться тоже абиогенно из более простых органических веществ.

То, что такие сложные органические вещества, как азотистые основания и рибоза, являющиеся составными компонентами рибонуклеотидов, могут образоваться путем химических реакций (абиогенно, т. е. в отсутствие каких-либо форм жизни) подтверждено экспериментально. Так, испанский биохимик Жу'ан Ор'о,

повторяя в 1959-1962 гг. эксперименты таких ученых, как американские химик Ст'энли Ллойд М'иллер и физик и физико-химик Г'арольд Кл'ейтон Юри, доказавших возможность химического (абиогенного) синтеза аминокислот из неорганических веществ, показал, что пропускание сквозь нагретую до 100 °С смесь аммиака, синильной кислоты и паров воды электрических разрядов приводит к образованию аденина – одного из азотистых оснований, а также рибозы. Причем кислород в свободном виде для этих реакций не нужен, условия должны быть бескислородными, анаэробными. Азотистые основания, а также аминокислоты обнаружены в углистых (богатых углеродом) метеоритах, образовавшихся без участия живых организмов в анаэробных условиях космоса.

Возможность образования путем химических реакций (абиогенно) рибонуклеотидов из простых органических соединений и фосфорной кислоты также находит экспериментальное подтверждение. Например, в 2009 г. британский химик Дж'он С'азерленд получил цитозильный и урациловый рибонуклеотиды из простейших углеводов гликольальдегида и глицеральдегида, простейших азотистых соединений цианоацетилена и цианамида, а также фосфорной кислоты. На определенных этапах требовалось нагревание. А дополнительное облучение ультрафиолетовыми лучами повышало выход нужных конечных продуктов, т. к. оказалось, что цитозильный и урациловый рибонуклеотиды по сравнению с другими продуктами устойчивы к ультрафиолетовым лучам.

А возможность получения из монорибонуклеотидов химическим путем (абиогенно) одноцепочечных олигорибонуклеотидов, подобных фрагментам макромолекул РНК, впервые экспериментально доказал британский химик-органик Алекс'андер Р'обертус Тодд в 1955 г. Между прочим возможность получения из свободных аминокислот химическим путем (абиогенно) олигопептидов, подобных фрагментам белковых макромолекул, впервые экспериментально доказал германский химик Эм'иль Г'ерман Ф'ишер еще в 1907 г. Примечательно, что получение олигорибонуклеотидов и олигопептидов также не нуждается в свободном кислороде.

Благодаря абиогенно появившимся РНК могли уже возникнуть и РНК-содержащие гиперциклы, в которых ансамбли макромолекул РНК способны были и к катализу в виде рибозимов, и к самовоспроизведению (самокопированию, самореплицированию) в виде репликаторов. Способность ряда РНК к катализу, из-за чего их и называли рибозимами, была экспериментально доказана в начале 1980-х гг. такими учеными, как американский молекулярный биолог Томас Роберт Чек и канадский молекулярный биолог Сидней Олтмен. Таким образом, макромолекулы РНК могли существовать полностью автономно, катализируя химические реакции, в т. ч. и синтез новых рибонуклеотидов, и самовоспроизводясь, сохраняя со временем свои каталитические свойства. Накопление и закрепление благодаря естественному отбору полезных изменений в РНК из огромного их количества, имеющих изначально случайный, ненаправленный характер, в ходе химической эволюции могло привести к появлению РНК, катализирующих синтез белковых макромолекул, оказавшимися более эффективными катализаторами. Способность искусственных самокопирующихся макромолекул рибозимов к эволюции (еще на химическом уровне организации материи), т. е. к направленному самосовершенствованию в соответствии с внешними условиями путем случайных изменений и отбора наиболее эффективных вариантов, экспериментально доказана в 2008 г. такими учеными, как американские биолог Джеральд Фрэнсис Джойс и химик Брайан Мэттью Пегель. А с другой стороны, способность РНК к самоудвоению и созданию двойной цепочки могла привести к появлению ДНК как более надежной информационной макромолекулы для хранения специфической информации о последовательностях аминокислот в белках и рибонуклеотидов в РНК. При этом рибоза трансформировалась в дезоксирибозу, а место урацила занял тимин. Получается, что РНК со временем осталась посредником между ДНК и белками, участвуя в синтезе белковых макромолекул и в виде матрицы информационной или матричной РНК, и в виде рибозима рибосомальной РНК, и в виде поставщика аминокислот транспортной РНК. Но все же РНК смогла сохранить свою функцию хранения генетической информации у ряда современных вирусов (РНК-

содержащих), а свои каталитические свойства, например, в составе рибосом.

РНК-белковые, а затем ДНК-РНК-белковые комплексы имели в воде вид своеобразных сгустков. Смешивая высокомолекулярные органические соединения (например, белки, в т. ч. обладающие ферментативной активностью, полисахариды, жирные кислоты) в воде, можно наблюдать явление коацервации: самопроизвольное формирование своеобразных сгустков органики – коацерватных капель, или коацерватов. РНК-белковые, а затем ДНК-РНК-белковые комплексы уже обладали аналогами и обмена веществ (метаболизма), и самовоспроизведения, имея для этого соответствующие структуры, хотя еще и очень примитивные. Но любое живое тело не зря называют особью, потому что оно обособлено, отделено от внешней среды, в т. ч. от других подобных живых тел, полупроницаемой плазматической мембраной (плазмалеммой), имея клеточное строение. Следовательно, чтобы РНК-белковые или ДНК-РНК-белковые комплексы стали действительно пусть еще примитивными живыми организмами в виде особей, они должны приобрести клеточную структуру благодаря отделению содержимого от внешней среды полупроницаемой плазматической мембраной. И самовоспроизведение должно касаться не только ДНК, РНК, белков или гиперцикла, а целостной особи. Образование элементарной двухслойной мембраны из молекул, один конец которых обладает гидрофильными, а другой – гидрофобными свойствами (например, из липидов, жирных кислот или спиртов) известно и у коацерватов, если добавить в воду необходимые вещества. Совершенствование наружной мембраны, становящейся более сложной белково-липидной, не только надежно отделяющей содержимое клетки от внешней среды, но еще и благодаря полупроницаемости осуществляющей избирательный перенос молекул как внутрь, так и наружу, а кроме того, и формирование завершения процесса самовоспроизведения делением одноклеточной особи хотя бы на две, и привело к появлению протобионтов – первичных живых тел. Любой протобионт, обладая клеточной структурой, уже характеризовался наличием двух обязательных жизненных систем: системы обмена веществ (метаболизма) и системы самовоспроизведения.

Изначально вполне могло возникнуть какое-то множество различающихся протобионтов, которые эволюционировали по-своему. Но все они были примитивными одноклеточными организмами с прокариотической (безъядерной) клеткой. В связи с тем, что во внешней среде было изобилие разнообразных органических веществ, накопленных благодаря еще химическим процессам, протобионты были гетеротрофными организмами, т. е. питающимися готовой органикой. А т. к. отсутствовал кислород в свободном виде, протобионты были анаэробными, т. е. не нуждающимися в кислороде для дыхания.

В процессе уже биологической эволюции выжили те формы жизни, которые берут начало от одного протобионта, т. к. они оказались наиболее эффективными и конкурентоспособными. Формы жизни, берущие начало от других протобионтов, скорее всего вымерли. В пользу родственности и единства происхождения всех известных форм жизни неопровержимо свидетельствует общность их химического состава, левизны стереоизомеров аминокислот и правизны стереоизомеров моносахаров и их производных, строения белков и нуклеиновых кислот, общего плана обмена веществ (метаболизма), генетического кода, механизмов хранения и передачи генетической информации и синтеза белков, механизмов наследственности и изменчивости живых тел. В пользу того, что могли быть и другие протобионты, свидетельствует хотя бы то, что у митохондрий, содержащих свою ДНК, имеется несколько отличающийся генетический код. А по одной из версий митохондрии до внедрения в эукариотическую клетку жили как вполне самостоятельные живые тела.

Таким образом, эволюционирующая неживая материя вполне могла породить продолжающую эволюционировать живую материю. При этом химическая эволюция перешла в биологическую.

#### **4. Концепция биологической эволюции**

- о развитии живой материи, связанном с вымиранием и появлением форм жизни;*
- о самопроизвольности, направленности и необратимости процесса биологической эволюции;*
  - об эволюционных рядах;*
  - о дивергентном характере эволюционного процесса;*
  - о невозможности воссоздания всего хода эволюционных изменений;*
- об единице биологической эволюции, элементарном эволюционном процессе и первичном эволюционном материале;*
- о главных или ведущих факторах биологической эволюции, ее движущей силе;*
  - об основных формах естественного отбора;*
  - об отсутствии целеполагания биологической эволюции*

*Представления о биологической эволюции, ее закономерностях и механизме формировались благодаря теоретическим работам, в первую очередь, таких ученых, как британские ученый-натуралист и путешественник Чарлз Роберт Дарвин и ученый-натуралист и писатель 'Альфред Рассел Уоллес (1858 г.), советский биолог Сергей Сергеевич Четвериков (1926 г.), британский статистик, эволюционный биолог и генетик Рональд Эйлмер Фишер (1930 г.), американский генетик, эволюционный биолог и статистик Сьюэл Грин Райт (1931 г.), советский генетик Николай Петрович Дубинин (1931 г.), британский биолог, философ науки и популяризатор науки Джон Бёрдон Сандерсон Холдейн (1932 г.), советский микробиолог, эколог и эволюционный биолог Георгий Францевич Гаузе (1934 г.), советский биолог Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский (1935 г.), британский биолог, гуманист и политик Джулиан Сорелл Хаксли (1936 г.), советско-американский генетик, энтомолог и эволюционный биолог Феодосий*

*Григорьевич Добж'анский (Добж'анский) (1937 г.), советский биолог Иван Иванович Шмальг'аузен (1939 г.), американский биолог Эрнст Вальтер Майр (1942 г.), советско-российский ботаник и эволюционный биолог Арм'ен Ле'онович Тахтадж'ян (1943 г.), американский палеонтолог и эволюционный биолог Джордж Г'айлорд С'импсон (1944 г.), немецкий зоолог, теоретик систематики и эволюционный биолог Б'ернхард Рениш (1947 г.), американский биолог Джордж Л'едьярд Ст'еббинс (1950 г.). Они в определенной степени сохраняют свою актуальность и не утратили не только своей научной, но и культурной ценности.*

Под биологической эволюцией понимают самопроизвольный, направленный и необратимый процесс развития живой материи, сопровождающийся постоянным вымиранием одних, уже существующих форм жизни, и появлением других, новых форм жизни, в т. ч. пришедшим на смену вымершим.

Самопроизвольность биологической эволюции означает, что этот процесс происходит сам собой, естественным образом, без участия каких-то неестественных или сверхъестественных сил, Творца.

Направленность биологической эволюции означает своеобразную канализованность эволюционного процесса от одной формы жизни к другой: для какой-либо новой формы жизни можно найти предковую форму жизни, которая дала ей начало, и наоборот, для какой-либо предковой формы жизни можно найти новую форму жизни, которая из нее возникла. При этом всегда предковая форма жизни существовала раньше возникшей из нее новой формы жизни, предковая форма жизни всегда древнее возникшей из нее новой формы жизни. Например, ископаемые остатки современных лошадей (представителей рода Лошади) обнаруживаются в горных породах возрастом не старше примерно 1-2 млн. лет, в то время как ископаемые остатки ее непосредственного предка (представителей рода Плиогиппусы) обнаруживаются в горных породах и более старшего возраста – примерно до 5 млн. лет, ископаемые остатки предшествующей плиогиппусам предковой формы (представителей рода Протогиппусы) обнаруживаются до 7 млн. лет назад,

ископаемые остатки предшествующей протогиппусам предковой формы (представителей рода Диногиппусы) обнаруживаются до 12 млн. лет назад, ископаемые остатки предшествующей диногиппусам предковой формы (представителей рода Мерикгиппусы) обнаруживаются до 20 млн. лет назад, ископаемые остатки предшествующей мерикгиппусам предковой формы (представителей рода Парагиппусы) обнаруживаются до 23 млн. лет назад, ископаемые остатки предшествующей парагиппусам предковой формы (представителей рода Миогиппусы) обнаруживаются до 35 млн. лет назад, ископаемые остатки предшествующей миогиппусам предковой формы (представителей рода Мезогиппусы) обнаруживаются до 40 млн. лет назад, ископаемые остатки предшествующей мезогиппусам предковой формы (представителей рода Эпигиппусы) обнаруживаются до 45-47 млн. лет назад, ископаемые остатки предшествующей эпигиппусам предковой формы (представителей рода Орогиппусы) обнаруживаются до 50-52 млн. лет назад, ископаемые остатки предшествующей орогиппусам предковой формы (представителей рода Гиракотерии или Эогиппусы) обнаруживаются до 55 млн. лет назад. Или другой пример. Ископаемые остатки современного вида Человек разумный обнаруживаются в горных породах возрастом не старше примерно 196 тыс. лет, в то время как ископаемые остатки его непосредственного предкового вида Человек-предшественник (Человек предшествующий) обнаруживаются в горных породах и более старшего возраста – примерно до 1,2 млн. лет, ископаемые остатки его предкового вида Человек прямоходящий обнаруживаются до 1,8 млн. лет назад, ископаемые остатки его предкового вида Человек рудольфский обнаруживаются до 2,5 млн. лет назад, ископаемые остатки его предкового вида Человек умелый обнаруживаются до 2,6 млн. лет назад, ископаемые остатки его предкового вида Австралопитек гари обнаруживаются до 2,6 млн. лет назад, ископаемые остатки его предкового вида Австралопитек афарский обнаруживаются до 4 млн. лет назад, ископаемые остатки его предкового вида Австралопитек анамензис обнаруживаются до 4,2 млн. лет назад, ископаемые остатки его предкового вида Ардипитек рамидус обнаруживаются до 4,4 млн. лет назад, ископаемые остатки его

предкового вида Ардипитек кадабба обнаруживаются до 5,8 млн. лет назад. Таким образом, благодаря канализованности биологической эволюции возникают своеобразные эволюционные ряды (видов, родов или других надорганизменных систем), показывающие в каком направлении, а также через какие переходные (промежуточные) формы, шло историческое развитие той или иной формы жизни. Например, развитие от вымершего рода Гиракотерии (Эогиппусы) до живущего сейчас рода Лошади шло направленно через следующие промежуточные формы: род Орогиппусы, род Эпигиппусы, род Мезогиппусы, род Миогиппусы, род Парагиппусы, род Мерикгиппусы, род Протогиппусы, род Диногиппусы, род Плио-гиппусы. При этом наблюдается постепенный переход, например, от трех-четырехпалых конечностей к однопалым, а также от низкоронковых зубов к длиннокоронковым. А развитие от вымершего вида Ардипитек кадабба до живущего сейчас вида Человек разумный шло направленно через следующие промежуточные формы: вид Ардипитек рамидус, вид Австралопитек анамензис, вид Австралопитек афарский, вид Австралопитек гари, вид Человек умелый, вид Человек рудольфский, вид Человек прямоходящий и вид Человек-предшественник. При этом наблюдается постепенное, например, увеличение черепной коробки и формирование подбородочного выступа, уменьшение скошенности лба и размеров надбровных дуг. Причем биологическая эволюция при видимой своей направленности, канализованности имеет и дивергентный характер, связанный с расхождением признаков у первоначально близких групп организмов. Это означает, что любая новая форма жизни сформировалась из единственно возможной предковой формы жизни, но любая предковая форма жизни может дать две и более родственных новых форм жизни, до целого веера новых эволюционных направлений. Например, дивергенция предкового рода Миогиппусы привела к появлению новых родственных родов Анхитериумы, Гипогиппусы, Археогиппусы, Калобатиппусы и Парагиппусы. Дивергенция предковой формы (одного из видов плиогиппусов), давшей начало роду Лошади, привела к появлению множества видов внутри этого рода (Дикая лошадь, Кианг, Кулан, Дикий осел, Горная

зебра, Пустынная зебра, Бурчеллова зебра). Благодаря дивергенции вид Дикая лошадь разделился на ряд подвидов: Тарпан, Лошадь Пржевальского, Лошадь домашняя, Якутская лошадь. Так путем соединения различных эволюционных рядов с учетом дивергенции выстраивается общая древовидная иерархическая схема в виде эволюционного дерева, отражающего последовательность расхождения эволюционных линий от общего корня, т. е. от общей предковой формы жизни.

Необратимость биологической эволюции означает, что этот процесс, так же как и время, не может пойти в обратном направлении, вспять: новая форма жизни не может породить свою же предковую форму, из которой она возникла, но она может стать предковой формой жизни для новых форм жизни. И если вдруг какая-либо новая форма жизни окажется очень похожа на одну из предковых форм жизни, это не будет означать, что живая природа стала эволюционировать в обратном направлении: предковая форма жизни появилась гораздо раньше, а новая форма жизни, даже и очень похожая на нее, появилась гораздо позже и является хотя и похожей, но принципиально другой формой жизни. Например, дельфины и киты вторично освоили водную среду и стали очень похожими на акул. Но это вовсе не доказывает, что эволюция пошла вспять от млекопитающих, к которым относятся дельфины и киты, к рыбам, к которым относятся акулы: дельфины и киты, несмотря на сходство с рыбами, остаются более организованными млекопитающими.

Несмотря на то, что имеется множество палеонтологических, эмбриологических, морфологических и других доказательств биологической эволюции, полностью воссоздать весь ход эволюционных изменений живой материи невозможно. Это связано с тем, что, например, палеонтологическая летопись в виде обнаруживаемых в горных породах каких-либо ископаемых остатков, или следов, былой жизнедеятельности (например, останков, окаменелостей, отпечатков), в т. ч. вымерших форм жизни, в сопоставлении со шкалой хода времени далеко не полная по таким простым причинам, что, во-первых, раскопки возможно производить ограниченно, а во-вторых, далеко не все вымершие формы жизни дошли до нас в

виде каких-либо ископаемых остатков: они разрушаются современными формами жизни, геологическими процессами. Также и развитие эмбриона (зародыша) повторяет эволюцию предшествовавших форм жизни вкратце, не полностью, только лишь в каких-то основных чертах. Сравнительный анализ внешнего и внутреннего строения современных форм жизни может указывать только лишь на родство и возможность общего предка, но не может показать во всех деталях, как шло развитие. Например, левая дуга аорты млекопитающих и правая дуга аорты птиц, говорят об отсутствии между ними родства и отсутствии у них общих корней: они не могли произойти друг от друга. А вот у пресмыкающихся имеется и правая, и левая дуги аорты, и они могут иметь общие корни и с птицами, и с млекопитающими: обитавшие еще до появления и птиц, и млекопитающих пресмыкающиеся вполне могли быть предковыми формами и тех, и других. Но каким образом происходила редукция правой или левой дуги аорты древних пресмыкающихся, породивших и птиц, и млекопитающих, морфологический анализ современных форм жизни показать не может.

Биологическая эволюция начинается в рамках популяции, под которой понимают исторически сложившуюся самообновляемую (благодаря свободному скрещиванию) систему особей одного и того же вида, имеющих общее происхождение, обитающих в общем пространстве с относительно однородными условиями, выполняющих одну и ту же функцию, относительно изолированную от других популяций этого же вида со снижением возможности скрещивания. Популяцию рассматривают в виде единицы биологической эволюции, т. е. наименьшей биологической системы, в рамках которой начинается эволюция. Любая популяция обладает своим генофондом, под которым понимают систему всех генных вариаций, имеющихся в популяции (качественный состав и численное соотношение). Т. к. популяция представлена особями, то и гены, образующие генофонд популяции, распределены во всех особях, формируя индивидуальные генотипы как системы генов отдельно взятых особей. В том случае, если особи популяции размножаются бесполом способом, то все особи являются клонами, т. е. копиями,

друг друга по генотипу. И генофонд популяции остается со временем неизменным. Но даже в случае размножения половым способом, когда благодаря формированию гамет (половых клеток) и их попарному слиянию (оплодотворению) происходит рекомбинация полученных от двух родительских особей генов, генофонд популяции существенно не изменяется со временем, т. к. при этом сохраняется соотношение долей генных вариаций в генофонде. А для того, чтобы биологическая эволюция началась, необходимо изменение генофонда популяции, под которым понимают элементарный эволюционный процесс. Такой динамичный, все время изменяющийся генофонд популяции будет служить первичным эволюционным материалом.

Существенно изменять генофонд популяции способна наследуемая мутационная изменчивость, характеризующаяся появлением мутаций (повреждений генетического материала) в клетках, участвующих в размножении. Различают спонтанные мутации, возникающие без видимых воздействий, как случайные ошибки в системе самовоспроизведения, а также индуцированные мутации, возникающие под воздействием мутагенных факторов, или мутагенов (физической, химической или биологической природы). Причем один и тот же мутагенный фактор может вызвать целый спектр разных мутаций. Именно наследуемые мутации как случайные изменения генетического материала, передающиеся по наследству, способны привести к изменению генофонда популяции. В связи с тем, что без наследуемых мутаций биологической эволюции быть не может, наследуемую мутационную изменчивость рассматривают в качестве одного из главных или ведущих факторов биологической эволюции.

Случайным образом возникшие наследуемые мутации, проявившись в фенотипе (индивидуальном наборе структурных и функциональных признаков), чаще всего наносят вред особям, снижая их адаптационные (приспособительные) возможности к условиям обитания, из-за чего особи, если не погибают сразу, то в той или иной степени угнетены. Очень редко проявившиеся в фенотипе наследуемые мутации оказываются полезными особям, повышая их адаптационные воз-

возможности к условиям обитания, способствуя их успешной жизнедеятельности. Но если у особей появляется потомство, то ему удастся передать и имеющиеся у них хорошие или не очень хорошие, а также еще не проявившиеся в фенотипе мутации. В таком случае наследуемые мутации закрепляются в генофонде популяции. Причем гибель особей без оставления потомства, а такое тоже возможно, приводит к тому, что с погибшими особями удаляются из генофонда и соответствующие гены, в т. ч. измененные вследствие мутаций.

Итак, в генофонде популяции возникают спонтанные или индуцированные мутагенами наследуемые мутации, изменяя фенотипы особей, тем самым изменяя все время разнообразие особей в популяции, среди которых могут быть и лучше, и хуже адаптированные к условиям обитания, которые, в свою очередь, тоже все время изменяются. В результате такого взаимодействия популяции с условиями своего обитания неприспособленные рано или поздно погибают, не оставив потомства, а приспособленные размножаются, передавая потомству свои удачные гены, в том числе и измененные вследствие мутаций. Такое явление называют естественным отбором, который считают не только одним из главных или ведущих факторов биологической эволюции, но еще и ее движущей силой, т. к. именно он определяет направление эволюционного процесса. Наследуемые мутации обеспечивают первичный эволюционный материал, но они возникают случайным образом, изменяя динамичный генофонд популяции в разных направлениях. А вот естественный отбор уже определяет направление эволюционного процесса, т. к. эволюция движется в направлении успешно выживающих, т. е. адаптированных, особей. И этот естественный отбор происходит сам собой, естественным образом. Таким образом, биологическая эволюция сочетает в себе случайность наследуемой мутационной изменчивости и необходимую закономерность выживания с оставлением потомства адаптированных.

Естественный отбор может привести к появлению новых популяций, видов и других форм жизни, а может и не привести к этому. Все зависит от того, как изменяются условия обитания. Например, снижение разнообразия условий обитания

позволяет выживать среднему большинству особей популяции, отсекая сильно отклоняющиеся от среднего большинства особи, удаляя из генофонда большую часть появляющихся мутаций. Так проявляет себя стабилизирующий отбор. Благодаря стабилизирующему отбору длительное время существуют практически без изменений живые ископаемые, например, хвощи более 60 млн. лет, кистеперая рыба латимерия или целакант почти 400 млн. лет, крокодилы более 60 млн. лет. Повышение разнообразия условий обитания позволяет выживать более разнообразным особям, позволяя сохранить в генофонде популяции большее число наследуемых мутаций. Так проявляет себя дестабилизирующий отбор. Направленное изменение условий обитания позволяет выживать тем особям популяции, которые соответствуют направленно изменяющимся условиям. Тем самым будет наблюдаться направленное изменение особей популяции и направленное изменение ее генофонда. Так проявляет себя движущий отбор. Например, Джон Уильям Гаррисон опубликовал в 1920 г. результаты, которые показывают, что вытеснение берез сосной привело к увеличению в популяции бабочек березовой пяденицы доли темноокрашенных мутантов, в то время как в березовом лесу преобладала обычная светлоокрашенная форма. Причина проста: на светлой коре берез светлоокрашенные бабочки сливались с фоном и оставались незаметными для птиц по сравнению с темноокрашенными мутантами, которые преимущественно и поедались птицами, а на темной коре сосен оставались незаметными для птиц уже темноокрашенные мутанты и их сохранялось больше по сравнению с поедаемыми птицами заметных светлоокрашенных бабочек. Для появления внутри популяции новой популяции, могущей стать новым видом или другой формой жизни, должен проявиться еще один эволюционный фактор из группы главных или ведущих – изоляция. Под изоляцией понимают обособление, отделение части особей популяции от остальных под воздействием изменений в условиях обитания или в жизнедеятельности особей, когда свободное скрещивание становится затрудненным. Тем самым затрудняется обмен генетическим материалом, и целостный генофонд популяции разделяется как минимум на два. В итоге внутри одной изначально це-

лостной популяции постепенно формируется как минимум еще одна популяция, отличающаяся от исходной не только своим генофондом, но и генотипами и фенотипами своих особей. Так проявляет себя дизруптивный (разрывающий) отбор, благодаря которому и проявляется дивергентный характер биологической эволюции.

Таким образом, причиной биологической эволюции, т. е. того, что живая материя в целом исторически сама по себе, естественным образом развивается, самосовершенствуясь и усложняясь, является непостоянство условий обитания. А возможность биологической эволюции, в т. ч. появления новых популяций, видов и других форм жизни, обеспечивают, в первую очередь, естественная способность особей к наследуемым мутациям, в т. ч. под воздействием внешних мутагенных факторов физической или химической природы, привносящих в генофонд популяции новые наследуемые мутации, возможность изоляции, приводящей к разделению популяции и ее генофонда, а также возможность естественного отбора, определяющего гибель без оставления потомства неадаптированных и выживание с оставлением потомства адаптированных особей, популяций, видов и других надорганизменных систем, а вместе с этим и направление эволюции. Т. к. условия обитания не могут не изменяться, то биологическая эволюция не может прекратиться. По этой причине живая материя всегда находится на пути к недостижимой гармонии с изменяющимися условиями обитания. Она вынуждена бесконечно адаптироваться к изменяющимся условиям обитания, естественным образом эволюционируя, создавая новые популяции, виды и другие формы жизни. Биологическая эволюция изначально не имеет ни промежуточной, ни конечной цели. Целесообразность форм жизни, их соответствие к условиям обитания, хорошая адаптированность не целеполагались, не задавались изначально, а возникают потому, что из всего многообразия случайно возникших форм жизни выживают с оставлением потомства особи, лучше других приспособленные к данным условиям, в то время как неприспособленные рано или поздно погибают без оставления потомства.

## 5. Концепция многоуровневой иерархии биологических систем

Наименьшей, способной в естественных условиях существовать уже не разделяясь на части, биологической (живой) системой является организменная система в виде живого тела (особи, индивида, бионта или организма). И, независимо от сложности своей структурно-функциональной организации, любая отдельно взятая организменная система составляет первый базисный уровень системной организации живой материи, называемый организменным или онтогенетическим. Онтогенетическим этот уровень системной организации живой материи является потому, что практически любая организменная система на протяжении своего индивидуального существования проходит и свое индивидуальное развитие, т. е. онтогенез.

Организменные системы, взаимодействуя между собой как единицы, образуют более сложные и масштабные различные надорганизменные системы, составляющие второй выше расположенный уровень системной организации живой материи, называемый надорганизменным или филогенетическим. Филогенетическим этот уровень системной организации живой материи является потому, что надорганизменные системы способны к своему историческому развитию, т. е. филогенезу.

В каждом из этих двух уровней системной организации живой материи (организменном и надорганизменном) можно выделить еще и ряд подуровней системной организации.

Отдельные подуровни организменного (онтогенетического) уровня организации живой материи:

1) молекулярных комплексов – подуровень взаимодействия ряда молекул в организменной системе как одного структурно-функционального целого – какого-либо молекулярного комплекса, например, сложного белка гемоглобина (состоящего из четырех субъединиц или протомеров, каждый из которых состоит из полипептида и гема, представляющего собой, в свою очередь, комплекс протопор-

фирина с двухвалентным железом), комплекса ДНК с белками (при структурировании становящегося хромосомой), комплекса тРНК с аминокислотой;

2) субклеточный – подуровень взаимодействия компонентов клеточного органоида как одного структурно-функционального целого – какого-либо клеточного органоида, например, ядра (состоящего из двухмембранной ядерной оболочки и нуклеоплазмы, содержащей хроматин, который может проявляться в виде хромосом, ядрышек), комплекса Гольджи (состоящего из мембранных мешочков или цистерн, а также пузырьков, которые заполнены молекулярным содержимым);

3) клеточный – подуровень взаимодействия различных органоидов как одного структурно-функционального целого – клетки;

4) тканевый – подуровень взаимодействия клеток, имеющих общее строение, местоположение, происхождение и выполняющих общую функцию, как одного структурно-функционального целого – ткани, например, образовательной растительной, поперечнополосатой сердечной мышечной;

5) органнй – подуровень взаимодействия различных тканей как одного структурно-функционального целого – какого-либо органа, например, корневища, листа, кости, сердца;

6) систем органов – подуровень взаимодействия различных органов как одного структурно-функционального целого – какой-либо системы органов, например, корневой системы, соцветия, побега, системы органов размножения, системы органов пищеварения;

7) организменный – подуровень взаимодействия различных элементов (органов, клеток, тканей, органов или систем органов в зависимости от сложности организации) как одного структурно-функционального целого – организма.

Подуровни молекулярных комплексов, субклеточный, тканевый, органнй и систем органов существуют неразрывно с организменным подуровнем в виде целостного организма (наименьшей живой системы, способной в естественных условиях существовать не разделимо на части) и выделяются условно. А клеточный подуровень либо также существует неотделимо от колониального и много-

клеточного организма и выделяется условно, либо отождествляется с одноклеточным организмом. Тогда одноклеточный организм (одноклеточную организменную систему) можно рассматривать не только в качестве наименьшей вполне самостоятельной структурной и функциональной единицы всего живого, но еще и наиболее просто устроенной, элементарной.

Отдельные подуровни надорганизменного (филогенетического) уровня организации живой материи:

1) популяционный – подуровень взаимодействия особей (одного и того же вида, имеющих общее происхождение, обитающих в общем пространстве с относительно однородными условиями, выполняющих одну и ту же функцию, свободно скрещивающихся между собой и относительно изолированных от других особей этого же вида со снижением возможности скрещивания) как одного структурно-функционального целого – популяции;

2) видовой – подуровень взаимодействия популяций как одного структурно-функционального целого – вида (внутри вида между особями, имеющими общее происхождение, сохраняется способность к скрещиванию не смотря на существующую изоляцию, они могут давать плодовитое потомство в ряду поколений);

3) биоценотический – подуровень взаимодействия популяций различных видов как одного структурно-функционального целого – биоценоза или сообщества (исторически сложившейся системы популяций разных видов, имеющих налаженные между собой биотические связи и отношения для совместного обитания);

4) живого вещества – подуровень взаимодействия всех биоценозов как одного структурно-функционального целого.

На популяционном и видовом подуровнях организации живой материи взаимодействие соответственно особей или популяций происходит не только в области переработки ресурсов среды, но и в области обмена генетическим материалом с формированием динамики соответствующих генофондов. На подуровнях биоценотическом и живого вещества взаимодействие только ресурсное, обмен гене-

тическим материалом не происходит.

В рассмотренной иерархии уровней системной организации живой материи расположенный выше надорганизменный уровень и структурно, и функционально связан с расположенным ниже организменным уровнем, зависим от него, но он не может быть сведен к нему, т. к. между ними имеются существенные отличия.

В то время как организменные системы возникают (появляются) из одной родительской клетки, группы клеток или части тела (в зависимости от способа размножения), надорганизменные системы складываются из готовых имеющихся частей: организменных систем.

В то время как конечность во времени (смертность) организменных систем определяется как внешними причинами (например, изменением абиотических экологических факторов, атакой хищника, инфицированием), так и внутренними причинами (старением, генетической программой), конечность или бесконечность во времени (длительность существования) надорганизменных систем определяется исключительно внешними причинами – лимитирующими (ограничивающими) абиотическими экологическими факторами или же внутривидовой или межвидовой конкуренцией.

В то время как элементы организменной системы ничем заменяться не могут (например, пересадка органов животным и человеку возможна при условии подавления иммунной системы, вызывающей отторжение пересаженного органа; прививка, с помощью которой часть одного растения заставляют жить на другом растении, к данному случаю не подходит), элементы надорганизменной системы взаимозаменяемы (например, одна особь может занять место другой особи в популяции, одна популяция может занять место другой в системе вида, популяция одного вида при схожести экологических требований может занять место популяции другого вида в биоценозе, один биоценоз опять же при схожести экологических требований может занять место другого биоценоза в живом веществе) без особого ущерба для всей надорганизменной системы.

В то время как все элементы организменной системы функционируют, не вредя друг другу, дополняя друг друга, в надорганизменной системе имеют место жесточайшая конкуренция, подавление одним участником другого, прямое уничтожение одним участником другого.

В то время как регуляция одного элемента другим в составе организменной системы может происходить посредством химических соединений, электрических импульсов и т. п., но никогда посредством изменения количества этих элементов, в надорганизменной системе возможна регуляция одного элемента другим посредством изменения количества, например, из-за прямых трофических связей (каннибализма, хищничества).

В то время как максимально и минимально возможные размеры организменной системы определяются, в первую очередь, генетической (наследственной) программой (генотипом), размеры надорганизменных систем определяются только внешними причинами. Например, распространению ареала популяции вороны серой на восток препятствует жесточайшая конкуренция со стороны викарирующего вида – вороны черной; биоценоз сосняка-беломошника может занимать небольшой участок среди болот, а может простираться на значительные расстояния на территории с относительно однородными абиотическими условиями; распространение живого вещества ограничивают мощное коротковолновое ультрафиолетовое излучение в атмосфере и высокая температура в литосфере планеты Земля.

В то время как онтогенез организменной системы происходит в ходе развертывания унаследованной генетической (наследственной) программы (генотипа) и ее взаимодействия с внешней средой, результатом которого является если не гибель организменной системы, то формирование конкретного, более или менее соответствующего внешней среде (в связи с ограниченностью рамками нормы реакции) фенотипа, филогенез надорганизменной системы происходит в ходе взаимодействия имеющихся и развивающихся элементов с внешней средой, результатом которого является если не гибель всей надорганизменной системы, то ее са-

мосовершенствование (эволюция) в направлении лучшего соответствия условиям внешней среды благодаря гибели без оставления потомства неадаптированных элементов и выживания с оставлением потомства адаптированных, изменяющихся в ходе самовоспроизведения.

В то время как в рамках организменного уровня организации живой материи можно выделить подуровни условно, так как в естественных условиях они не существуют отдельно от организма, подуровни надорганизменного уровня существуют вполне самостоятельно, так как надорганизменные системы складываются из готовых имеющихся частей.

## Литература

Бернар, К. Курс общей физиологии. Жизненные явления, общие животным и растениям : лекции, читанные в Музее Естественной Истории в Париже / Клод Бернар ; пер. с фр. М. А. Антоновича. – СПб. : И. И. Билибин, 1878. – 318 с.

Виноградский, С. Н. Об усвоении свободного азота атмосферы микробами / С. Н. Виноградский // Архив биологических наук. – 1895. – Т. 3. – В. 4.

Гаузе, Г. Ф. Борьба за существование / Г. Ф. Гаузе. – М. – Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2002. – 160 с.

Дарвин, Чарлз. Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь / Чарлз Дарвин. – 2-е изд., доп. ; пер. с шестого изд. (Лондон, 1872) ; отв. ред. А. Л. Тахтаджян. – СПб. : Наука, 2001. – 568 с.

Дубинин, Н. П. Генетико-автоматические процессы и их значение для механизма органической эволюции / Н. П. Дубинин // Журн. эксперим. биологии. – 1931. – Т. 7. – Вып. 5/6. – С. 463–479.

Кирхгоф, К. С. / К. С. Кирхгоф // Технологический журнал, или Собрание сочинений и известий, относящихся до технологии и приложения учиненных в науках открытий к практическому употреблению, издаваемое Императорской Академией Наук. – 1814. – Т. 11.

Лавуазье, А. Л. О горении вообще / А. Л. Лавуазье // Успехи химии. – 1943. – Т. XII. – Вып. 5. – С. 368–373.

Лавуазье, А. Л. Предварительное рассуждение из "начального учебника химии" / А. Л. Лавуазье // Успехи химии. – 1943. – Т. XII. – Вып. 5. – С. 359–367.

Опарин, А. И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие / А. И. Опарин. – 2 изд., доп. – М. : Наука, 1968. – 173 с.

Пастер, Л. Избранные труды в двух томах. Том 2. / Л. Пастер : редакция А. А. Имшенецкого. – М. : АН СССР, 1960. – 836 с.

Пристли, Дж. Избранные сочинения / Дж. Пристли ; пер. с англ. Н. Д. Виноградова ; под ред. А. А. Ческиса. – М. : Государственное социально-экономическое издательство, 1934. – 320 с.

Тахтаджян, А. Л. Морфологическая эволюция покрытосеменных / А. Л. Тахтаджян. – М. : МОИП, 1948. – 301 с.

Тодд, А. Нуклеиновые кислоты / А. Тодд // Перспективы развития органической химии : [сб. ст.] / Под ред. А. Тодда ; пер. с англ. и нем. – М. : Издательство иностранной литературы, 1959.

Холдейн, Д. Б. С. Происхождение жизни / Д. Б. С. Холдейн // Планета Земля. – М., 1961. – С. 315.

Холдейн, Дж. Б. С. Факторы эволюции / Дж. Б. С. Холдейн. – М. ; Л. : ГИБМЛ, 1935. – 209 с.

Цюпка, В. П. К концепциям современной биологии / В. П. Цюпка // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 12. – С. 101–102. URL: [http://www.academtour.net/fs\\_/content/2006/arj/2006\\_12\\_49.rar](http://www.academtour.net/fs_/content/2006/arj/2006_12_49.rar)

Цюпка, В. П. К пониманию структурности и системности живого, а также его основных структурных (системных) уровней / В. П. Цюпка // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 1. – С. 38–40. URL: [http://www.academtour.net/fs/arj/2007/01/2007\\_01\\_13.zip](http://www.academtour.net/fs/arj/2007/01/2007_01_13.zip) ; [http://www.academtour.net/fs/openzip.php?url=arj/2007/01/2007\\_01\\_13.zip&file=2007-01-2007\\_01\\_13.pdf](http://www.academtour.net/fs/openzip.php?url=arj/2007/01/2007_01_13.zip&file=2007-01-2007_01_13.pdf)

Цюпка, В. П. К содержанию концепций современного естествознания / В. П. Цюпка // Дошкольник и младший школьник в системе современного естественно-математического образования: сб. докл. межрегион. науч.-практ. Интернет-конф., Белгород, 7-20 нояб. 2006 г. – Белгород : Велес, 2007. – С. 94–101. URL: [http://www.bsu.edu.ru/\\_files/Resource/InetConfYoungSchool/Tsjupka.zip](http://www.bsu.edu.ru/_files/Resource/InetConfYoungSchool/Tsjupka.zip)

Цюпка, В. П. О макроскопической ограниченности живой природы как предмета биологии / В. П. Цюпка // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 68–70. URL: [http://www.rae.ru/use/arj/2007/12/2007\\_12\\_029.zip](http://www.rae.ru/use/arj/2007/12/2007_12_029.zip) ; [http://www.rae.ru/use/openzip.php?url=arj%2F2007%2F12%2F2007\\_12\\_029.zip&file=2007-12-2007\\_12\\_029.pdf](http://www.rae.ru/use/openzip.php?url=arj%2F2007%2F12%2F2007_12_029.zip&file=2007-12-2007_12_029.pdf)

Цюпка, В. П. Структурные (системные) подуровни живого / В. П. Цюпка // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 1. – С. 40–42. URL: [http://www.academtour.net/fs/arj/2007/01/2007\\_01\\_14.zip](http://www.academtour.net/fs/arj/2007/01/2007_01_14.zip) ; [http://www.academtour.net/fs/openzip.php?url=arj/2007/01/2007\\_01\\_14.zip&file=2007-01-2007\\_01\\_14.pdf](http://www.academtour.net/fs/openzip.php?url=arj/2007/01/2007_01_14.zip&file=2007-01-2007_01_14.pdf)

Четвериков, С. С. О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики / С. С. Четвериков // Классики советской генетики. – Л., 1968. – С. 133–170.

Шмальгаузен, И. И. Пути и закономерности эволюционного процесса / И. И. Шмальгаузен. – М.–Л. : АН СССР, 1939. – 231 с.

Яндекс. Словари. URL: <http://slovari.yandex.ru/>

Altman, S. Catalysis by the RNA subunit of RNase P – a minireview / S. Altman, M. F. Baer, M. Bartkiewicz, H. Gold // *Gene*. – 1989. – Vol. 82 (1). – P. 63–64.

Altmann, Richard. Über Nucleinsäuren / Richard Altmann // *Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abteilung*. – Leipzig, 1889. – S. 524–536.

Astbury, W. T. X-Ray Studies of Nucleic Acids / W. T. Astbury // *Symposia of the Society for Experimental Biology*. – 1947. – Vol. 1. – P. 66–76.

Avery, Oswald T. Studies on the Chemical Nature of the Substance Inducing Transformation of Pneumococcal Types // Oswald T. Avery, Colin M. MacLeod, Maclyn McCarty // *Journal of Experimental Medicine*. – 1944. – Vol. 79. – No 2. – P. 137–158.

Beadle, G. W. An introduction to genetics... / G. W. Beadle, A. H. Sturtevant. – Philadelphia – London, 1939.

Beadle, G. W. Genetic Control of Biochemical Reactions in *Neurospora* / G. W. Beadle, E. L. Tatum // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 1941. – Vol. 27. – No 11. – P. 499–506.

Buchner, E. Alkoholische Gärung ohne Hefezellen / E. Buchner // *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*. – 1897. – Bd. 30. – S. 117–124.

Caspersson, T. O. Cell growth and cell function / T. O. Caspersson. – New York : Norton, 1950. – 185 p.

Chargaff, E. Essays on nucleic acids / E. Chargaff. – Amsterdam – New York – London, 1963.

Darwin, Charles ; Wallace, Alfred Russel. On the Tendency of Species to form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection / Charles Darwin ; Alfred Russel Wallace // *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London. Zoology*. – 1858. – Vol. 3. – Issue 3. – P. 46–50.

Delbruck, M. On the mechanism of DNA replication / M. Delbruck, G. S. Stent // *Symposium on the chemical basis of heredity* / Ed. W. D. McElroy and B. Gloss. – Balt., 1957.

Dobzhansky, Th. Genetics and the Origin of Species / Th. Dobzhansky. – 3rd ed. – New York : Columbia University Press., 1951.

Fischer, H. E. Gesammelte Werke : Bd. 1–6 / H. E. Fischer ; hrsg. von M. Bergmann. – Berlin, 1906–1924.

Fisher, Ronald A. The genetical theory of natural selection : a complete variorum edition / Ronald A. Fisher ; edited by J. H. Bennett. – Oxford : Oxford University Press, 2007. – 318 p.

Franklin, R. Molecular Configuration in Sodium Thymonucleate / R. Franklin, R. G. Gosling // *Nature*. – 1953. – Vol. 171. – P. 740–741.

Gamow G. A. Possible Relation between Deoxyribonucleic Acid and Protein Structures /

G. A. Gamow // Nature. – 1954. – Vol. 173. – P. 318.

Gilbert, W. Origin of life: The RNA world / W. Gilbert // Nature. – 1986. – Vol. 319 (6055). – P. 618.

Griffith, F. The significance of pneumococcal types / F. Griffith // Journal of Hygiene. – 1928. – Vol. 27. – No 2. – P. 113–159.

Harrison, J. W. Genetical Studies in the Moths of the Geometrid Genus *Oporalna* (*Oporinia*) with a special Consideration of Melanism in the Lepidoptera / J. W. Harrison // Journ. Genetics. – 1920. – IX. – 3. – P. 195–280.

Hershey, A. D. Idiosyncrasies of DNA structure (Nobel lecture) / A. D. Hershey // Science. – 1970. – 168. – P. 1425–1427.

Hoppe-Seyler, Felix. Physiologische chemie : Bd. 1 : Allegemeine Biologie / von Dr. Felix Hoppe-Seyler. – Berlin : A. Hirschwald, 1877. – 174 S.

Hoppe-Seyler, Felix. Physiologische chemie : Bd. 2 : Die Verdauung und Resorption der Nahrungstoffe / von Dr. Felix Hoppe-Seyler. – Berlin : A. Hirschwald, 1878. – S. 175–363.

Hoppe-Seyler, Felix. Physiologische chemie : Bd. 3 : Blut, Respiration, Lymphe, Chylus / von Dr. Felix Hoppe-Seyler. – Berlin : A. Hirschwald, 1879. – S. 366–618.

Hoppe-Seyler, Felix. Physiologische chemie : Bd. 4 : Die Organe des Thierkorpers und ihre Functionem Der Gesamtstoffwech sel der Thiere / von Dr. Felix Hoppe-Seyler. – Berlin : A. Hirschwald, 1881. – S. 620–1036.

Huxley, J. Evolution: the modern synthesis / J. Huxley ; edited by John R. Baker. – 3-rd ed. – London : George Allan & Unwin Ltd, 1974.

Ingenhousz, Jan. Expériences sur les Végétaux, spécialement sur la Propriété qu'ils possèdent à un haut degré, soit d'améliorer l'air quand ils sont au soleil, soit de le corrompre la nuit, ou lorsqu'ils sont à l'ombre; auxquelles on a joint une méthode nouvelle de juger du degré de salubrité de l'Atmosphère : Tome Second / Jean Ingen-Housz. - Paris : [de l'Imprimerie de Stoupe] chez Théophile Barrois le jeune. – M.DCC.LXXXIX [1789]. – 181 p.

Jacob, F. Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins / F. Jacob, J. Monod // Journal of Molecular Biology. – 1961. – Vol. 3. – № 3. – P. 318–356.

Khorana, H. G. Some recent development in the chemistry of phosphate esters of Biological interest / H. G. Khorana. – New York – London, 1961.

Kornberg, A. Byosynthesis of DNA / A. Kornberg. – Pennsylvania, 1964.

Kossel, A. Beziehungen der Chemie zur Physiologie / Albrecht Kossel ; ed. E. von Meyer. – B. G. Teubner, 1913. – 37 S.

Kossel, A. Untersuchungen fiber die Nukleine und ihre Spaltungsprodukte / Albrecht Kossel. –

Strassburg, 1881.

Lengyel, P. Synthetic polynucleotides and the amino-acid code / P. Lengyel, J. F. Speyer, S. Ochoa // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 1961. – 47. – P. 1936–1942.

Levene, P. A. Ribodesose and xylodesose and their bearing on the structure of thymine / P. A. Levene, T. Mori // *Journal of Biological Chemistry*. – 1929. – 83 (3). – P. 803–816.

Levene, P. A. Über die Pentose in den Nucleinsäuren [I] / P. A. Levene, W. A. Jacobs // *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*. – 1909. – 42. – S. 2102.

Mayr, Ernst. Systematics and the origin of species, from the viewpoint of a zoologist / Ernst Mayr. – Cambridge, Mass. ; London : Harvard University Press, 1999.

Meselson, M. The Replication of DNA in *Escherichia coli* / M. Meselson, F. W. Stahl // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 1958. – 44(7). – P. 671–682.

Miescher, Friedrich. Ueber die chemische Zusammensetzung der Eiterzellen / Friedrich Miescher // *Medicinisch-chemische Untersuchungen*. – 1871. – 4. – S. 441–460.

Michelson, A. M. Nucleotides Part XXXII. Synthesis of a Dithymidine Dinucleotide Containing a 3': 5'-Internucleotidic Linkage / A. M. Michelson, A. R. Todd // *Journal of the Chemical Society*. – 1955. – P. 2632–2638.

Miller, S. L. A production of amino acids under possible primitive earth conditions / S. L. Miller // *Science*. – 1953. – 117 (3046). – P. 528–529.

Miller, S. L. Organic compound synthesis on the primitive earth / S. L. Miller, H. C. Urey // *Science*. – 1959. – 130 (3370). – P. 245–251.

Nirenberg, Marshall W. The Genetic Code / Marshall W. Nirenberg // *Scientific American*. – 1963. – 208. – P. 80–94.

Oro, J. Mechanism of Synthesis of Adenine from Hydrogen Cyanide under Possible Primitive Earth Conditions / J. Oro // *Nature*. – 1961. – Vol. 191. – P. 1193–1194.

Paegel, Brian M. Darwinian Evolution on a Chip / Brian M. Paegel, Gerald F. Joyce // *Public Library of Science Biology (PloS Biology)*. – 2008. – Vol. 6. – Issue 4. – E. 85. URL: <http://www.plosbiology.org/article/info:doi/10.1371/journal.pbio.0060085>

Payen A. Mémoire sur la diastase, les principaux produits de ses réactions et leurs applications aux arts industriels / A. Payen, J.-F. Persoz // *Annales de chimie et de physique*. – 1833. – 2nd series. – Vol. 53. – P. 73–92.

Powner, Matthew W. Synthesis of activated pyrimidine ribonucleotides in prebiotically plausible conditions / Matthew W. Powner, Béatrice Gerland, John D. Sutherland // *Nature*. – 2009. – Vol.

459. – P. 239–242.

Réaumur, René Antoine Ferchault. *Lettres inédites de Réaumur / René Antoine Ferchault Réaumur.* – La Rochelle : Vve Mareschal et Martin, 1886.

Redi, Francesco. *Esperienze intorno alla generazione degl'insetti / Francesco Redi.* – Firenze : All'Insegna della Stella, MDCLXVIII [1668]. – 228 p.

Rensch, B. *Neure Probleme der Abstammungslehre: transspeciphische Evolution / B. Rensch.* – Stuttgart : Enke, 1954. – 436 s.

Saussure, Theod. de. *Recherches chimiques sur la végétation / Theod. de Saussure.* – Paris : Nyon, 1804.

Senebier, J. *Physiologique végétale contenant une description des organes des plantes: une exposition des phénomènes produite par leur organisation : V. 1-5 / J. Senebier.* – Genève, 1800.

Shapiro, Robert. *Origins: A Skeptic's Guide to the Creation of Life on Earth / Robert Shapiro.* – New York : Summit Books, 1986.

Simpson, George Gaylord. *Tempo and Mode in Evolution / George Gaylord Simpson.* – New York : Columbia University Press, 1944.

Spallanzani, L. *Epistolario : V. 1–5 / L. Spallanzani.* – Firenze, 1958–1964.

Stebbins, G. L. *Variation and Evolution in Plants / G. L. Stebbins.* – New York : Columbia University Press, 1950. – 643 p.

The Free Encyclopedia Wikipedia. URL: <http://en.wikipedia.org/>

Timofeeff-Ressovsky, N. W. *Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur / N. W. Timofeeff-Ressovsky, K. G. Zimmer, M. Delbrück // Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen: Mathematische-Physikalische Klasse, Fachgruppe VI, Biologie.* – 1935. – Bd. 1. – Nr. 13. – S. 189–245.

Vinogradsky, S. N. *Recherches sur les organismes de la nitrification / S. N. Vinogradsky // Ann. de l'Inst. Pasteur.* – 1890. – № 4, 5, 12 ; 1891. – V. 5.

Vinogradsky, S. N. *Ueber Eisenbakterien / S. N. Vinogradsky // Botanische Zeitung.* – 1888. – № 17.

Vinogradsky, S. N. *Ueber Schwefelbakterien / S. N. Vinogradsky // Botanische Zeitung.* – 1887. – № 31. – S. 37.

Watson, J. D. *Genetical implications of the structure of deoxyribonucleic acid / J. D. Watson, F. H. Crick // Nature.* – 1953. – Vol. 171(4361). – P. 964–967.

Wilkins, M. H. *Molecular structure of deoxypentose nucleic acids / M. H. Wilkins, A. R. Stokes, H. R. Wilson // Nature.* – 1953. – Vol. 171 (4356). – P. 738–740.

Woese, Carl R. *The genetic code; the molecular basis for genetic expression / Carl R. Woese.* –

New York : Harper & Row, 1967.

Wright, X. Sewall. The Roles of Mutation, Inbreeding, Crossbreeding and Selection in Evolution / X. Sewall Wright // Proceeding of The Sixth International Congress of Genetics. – 1932. – Vol. 1. – P. 356–366.

Zhang, Biliang. Peptide bond formation by *in vitro* selected ribozymes / Biliang Zhang, Thomas R. Cech // Nature. – 1997. – Vol. 390 (6655). – P. 96–100.