Новое в жизни, науке, технике

Подписная научно-популярная серия

1'90

Г. Н. Чернов

ЗАКОНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ



БИОЛОГИЯ

ЗНАНИЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ *СЕРИЯ*
БИОЛОГИЯ

1/1990

Издается ежемесячно с 1967 г.
Г. Н. Чернов,
кандидат биологических наук
ЗАКОНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
БИОЛОГИИ
Издательство «Знание» Москва 1990
ББК28.0
449

ЧЕРНОВ Геннадий Николаевич — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ВНИИСЭНТИ Минмедпрома СССР — исследует развитие биотехнологии за рубежом. К теме настоящей брошюры имеют отношение работы автора «Н. П. Кренке и его теория старения и омоложения» и «Биотехнология в рамках системно-исторического подхода».

На 2-й стороне обложки рисунки: / — вид Земли из космоса (по мотивам публикации «Greenpeace»); *2* — гнездо ворона. Самец приносит пищу самке, не покидающей насиживаемого зимой яйца (из иллюстраций В. Курдова к сочинениям Виталия Бианки); *3* — возрастная кривая (по Н. П. Кренке); *4* — кроманьонец на охоте (по Пьеру Лорану); *5* — схема клонирования клеток (из книги Р. В. Петрова «Иммунология»); *6* — схема направленной эволюции (по А. Н. Северцову)

Чернов Г. Н.
449 Законы теоретической биологии. — М.: Знание, 1990. — 64 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Биология»; № 1). ISBN 5-07-000742-4 15 к.

Рассматриваются основные теоретические обобщения, к которым пришла биологическая наука на пути своего развития от Карла Линнея до настоящего времени. Популярно излагая эти обобщения, автор придал им форму двенадцати законов теоретической биологии.
1901000000
ISBN 5-07-000742-4
ББК 28.0
© **Чернов Г.** Н., 1990 г.

Введение

Для того, чтобы выяснить и показать, что такое жизнь, мы должны исследовать все формы жизни и изобразить их в их взаимной связи.
Ф. *ЭНГЕЛЬС*

Закон как теоретический компонент науки представляет собой научное обобщение, кратко и точно выражающее существенные стороны, отношения и связи исследуемых явлений, предметов и систем. В этой брошюре сформулированы законы организации и развития живой материи, составляющие основное теоретическое содержание общей биологии. Автор отнюдь не претендует на открытие этих законов. Речь идет об их кристаллизации из той суммы выводов и обобщений, к которым пришла наука к настоящему времени. Правильнее всего назвать проведенную работу *научной кодификацией* (приведением в систему) законов теоретической биологии.

Важнейшие факты и обобщения, составившие предмет нашего анализа, получены на основе различных экспериментальных, описательных и теоретических методов познания живой природы. Поэтому представленная здесь теоретическая биология не результат одних лишь умозрений: в ней отражена методологическая система биологических наук в целом. Однако сама кодификация законов представляет чисто теоретическую задачу, решаемую с помощью *системно-исторического анализа*. Цель этого анализа, являющегося одной из граней материалистической диалектики, состоит в том, чтобы выявить реальную структуру исследуемой системы (в нашем случае — системы законов), взаимодействие ее элементов и их связь с системой в целом, показать целостность системы, определить этапы, направления, факторы и перспективы ее развития. Представленная система законов приближает нас к указанной здесь цели, хотя и оставляет много нерешенных вопросов.

Составляя систему законов, автор стремился придать ей следующие свойства.

1. Атрибутивность (приданность определенному объекту). Система законов теоретической биологии исходя из определения ее предмета должна принадлежать общей биологии, т. е. носить общебиологический, а не частный или чисто философский характер. Это требование было удовлетворено путем отбора общебиологических научных концепций, положенных в основу описанных законов.

2. Доказательность. В отличие от гипотезы, т. е. предположения, научный закон представляет собой доказанное обобщение. Именно обобщения, доказанные всем ходом развития науки и многократно подтвержденные исследованиями различных ученых, вошли в сформулированную здесь систему законов теоретической биологии. Гипотезы, предположения, сколь важных вопросов они ни касались бы, остались за пределами этой системы, не исчерпывающей, таким образом, всей суммы теоретических обобщений в данной области.

3. Лаконичность. Теоретическая биология должна быть достаточно компактной; в ней нет места для подробного рассмотрения деталей, которыми столь богаты биологические науки. Для выполнения этого требования автор стремился к краткости, конспективности изложения.

4. Системность. В своей совокупности законы теоретической биологии должны представлять собой целостную научную систему, а не набор разрозненных истин. Выполнение этого требования базируется на единстве биологической формы движения материи — единстве, обусловленном общностью происхождения и системной организацией живого. Целостный характер представленного комплекса законов подтверждается логической связью между ними. Здесь особенно важно подчеркнуть фундаментальное значение законов, вошедших в раздел «Биологическая эволюция». Выраженный в них принцип историзма и органической целесообразности входит в мотивировочную часть или подразумевается при изложении, по существу, всех других законов теоретической биологии и, следовательно, объединяет их в единое целое.

5. Историчность. Законы науки в ходе ее развития могут изменяться, сохраняя при этом свою самотождественность, определяемую сохранением их исторической основы. Поэтому во многих случаях мы вправе отождествлять в качестве одного и того же закона теоретические выводы, сделанные в прошлом, с их современной формулировкой, т. е. исходную идею с ее последующим развитием. Предлагаемые автором формулировки законов и их система в целом в соответствии с принципом историзма не могут претендовать на окончательность. Правомерны и иные варианты построения законов теоретической биологии. Однако автор считает, что научная значимость всех изложенных здесь обобщений, как бы стары ни были их истоки, столь велика, что вне их построение современной теоретической биологии как целостной системы знаний вряд ли возможно.
6. Номинативность. Чтобы подчеркнуть приоритет и роль выдающихся ученых в формировании представленных здесь обобщений, чтобы упростить ссылки на эти обобщения, а также в дидактических целях, автор решился присвоить каждому из приведенных здесь законов имена ученых, с которыми эти обобщения связывают. Номинативность, именованность законов способствует их утверждению в науке в этом качестве, и это обстоятельство, естественно, тоже служило аргументом в пользу принятого решения.
Основные обобщения теоретической биологии сведены здесь в 12 законов, относящихся к ее областям.

Система органического мира

Рассматривая мир живых организмов, населяющих Землю, можно убедиться, что он представляет собой две иерархические системы: *таксономическую* и *геобиологическую.* Изучение органического мира как таксономической системы — задача биологической систематики, опирающейся на всестороннее познание организмов и систематических групп (таксонов). Представление этой системы в историческом, эволюционном плане (а именно при этом она и может быть вполне понята) требует, чтобы систематика использовала данные палеонтологии, эмбриологии, эволюционной морфологии и физиологии. Наиболее общие теоретические выводы этой группы биологических наук представлены здесь в законе единства и многообразия жизни, или законе Сент-Илера. Исследование органического мира как геобиологической системы — задача наук геобиологического комплекса, в который входят биогеография, биологическое почвоведение, гидробиология, биогеоценология, биогеохимия. Обобщение основных выводов этих наук содержится в законе глобальности жизни, или первом законе Вернадского.
Указанные две иерархические системы (таксономическая и геобиологическая) так или иначе взаимосвязаны на многих уровнях и смыкаются на уровне видовых популяций. Этот уровень организации живого принадлежит как к той, так и к другой из указанных систем. Поэтому объединение двух названных законов в общие рамки отражает реальные взаимосвязи, анализ которых может составить содержание специальных исследований. После этих кратких замечаний мы переходим непосредственно к рассмотрению законов, составляющих основное содержание данного раздела. Рассмотрение каждого закона начинается с его тезисной формулировки, после чего будут приведены необходимые разъяснения и комментарии. Этот порядок изложения принят и в последующих разделах.

Закон единства и многообразия жизни, или закон Сент-Илера

1. Жизнь на Земле представлена огромным многообразием органических форм различной степени сложности — от вирусов до человека. Все это многообразие формирует естественную таксономическую систему, состоящую из *иерархических* групп — *таксонов* различного ранга.
2. Единство органических форм проявляется и в пределах каждой таксономической группы любого ранга и живого мира в целом соответствующими чертами сходства их организации.

3. Сходство строения и функций разных органических форм обусловлено общностью их происхождения *(гомология),* параллелизмом адаптивной (приспособительной) эволюции в сходных условиях среды *(аналогия),* а также действием номогенетического (греч. «номос» — закон) компонента эволюции *(номология),* определяющего закономерный характер распространения среди живых форм признаков, не связанных с адаптациями и с единством происхождения. Соотношение этих факторов в разных конкретных случаях сходства может быть различным, вплоть до нулевого значения того или иного из них.

4. В многообразии органических форм отражается историческая последовательность их возникновения и развития от простого к сложному, многообразие условий эволюции, ее дивергентный (расходящийся) и адаптивный (приспособительный) характер, разнонаправленность мутационного процесса.

Отдельное растение рассматривается в систематике как принадлежащее к ряду таксонов последовательна соподчиненных рангов, среди которых основной — вид. Главные ранги ботанических таксонов в восходящем пи-рядке следующие: *вид, род, семейство, порядок, класс, отдел, царство.* Внутри вида могут быть выделены географические подвиды, морфологические разновидности, экотипы, у культурных растений — сорта и т. п. В отдельных случаях вводятся промежуточные таксоны, такие, например, как надсемейство, подкласс и т. п. Аналогичным образом строится классификация животных, в которой отделу соответствует *тип,* порядку— *отряд,* а сорту — *порода.*

Иерархический принцип построения систем растений и животных последовательно применил Линней. Важным этапом в дальнейшем развитии систематики было создание теории типов, благодаря которой в науку был введен этот таксон высокого ранга. Представление о типе и единстве строения животных в пределах этого таксона было выдвинуто Кювье, использовавшим собственные наблюдения и результаты исследований Сент-Илера. Эмбриологическое обоснование представлений о типе принадлежит К. М. Бэру. Заслуга Этьена Жоффруа Сент-Илера (1772—1844) состоит в том, что он первым выступил против установления метафизических перегородок между типами и с эволюционных позиций подошел к пониманию единства и многообразия органических форм.

Конкретные фактические данные о единстве и многообразии органического мира в пределах царств живой природы содержатся в курсах ботаники, зоологии, микробиологии и вирусологии. Здесь же мы коснемся только систематики самих этих высших таксонов, т. е. царств живой природы, поскольку этот вопрос относится непосредственно к общей биологии и обычно остается в тени.

Автор этих строк считает, что классификация биологических царств должна опираться на структурно-морфологические критерии, и различает в связи с этим следующие основные формы организации живой материи: 1) ацеллюлярную, 2) квазицеллюлярную, 3) протоцеллюлярную, 4) моноцеллюлярную, 5) полицеллюлярную (целлюла — клетка).

Ацеллюлярная (неклеточная) организация характерна для вирусов, их гипотетических аналогов, обитавших в первичном бульоне, а также коацерватных белковых капель, постулированных А. И. Опариным в его теории происхождения жизни. Эта смешанная группа биологических объектов составляет царство протобионтов.

Квазицеллюлярная (как бы клеточная) организация характерна для микоплазм — мельчайших бактерий, не имеющих оболочки. Подобная группа организмов могла возникнуть от различных протобионтов, образовавших в результате прогрессивной эволюции переходное царство археобионтов. Естественную модель, а возможно, и реликт археобионтов представляет класс микоплазм.

Протоцеллюлярная (первичноклеточная) организация присуща настоящим бактериям и характерна также для архебактерий и цианобактерий (синезеленых водорослей). Она возникла на основе археобионтов в результате образования у некоторых из них клеточной

оболочки и увеличения размера клетки. Эта группа образует царство протокариотов, или бактерий.
Надцарство эукариотов, характеризующееся м о н о-и полицеллюлярной (одно- и многоклеточной) организацией, возникло в результате симбиотической эволюции различных представителей протокариотов, которая привела к образованию царства зоофитоидов, включающего низших эукариотов. Царства высших растений и многоклеточных животных произошли от его различных подцарств.
Таким образом, предлагаемая нами гипотетическая схема охватывает все известные в науке формы организации живой материи, связанные филогенетическим родством и представляющие единую систему последовательного усложнения структурно-морфологической организации биологических объектов. Подробнее этот вопрос рассмотрен в последнем разделе брошюры.
Существенным проявлением закона единства и многообразия жизни следует считать некоторые особенности индивидуального развития организмов. Прежде всего, такие, как сходство зародышей у представителей отдаленных систематических групп и явление *рекапитуляции,* т. е. повторение в онтогенезе черт организации далеких предков.
Проявления сходства организации живых форм, основанного на гомологии и аналогии, т. е. на единстве происхождения и на адаптивной эволюции в сходных условиях среды, детально исследованы на различных представителях животного и растительного царств.
Параллелизм изменчивости был установлен в законе гомологических рядов Н. И. Вавиловым. Например, у разных видов пшеницы отмечаются такие сходные признаки, как наличие и отсутствие остей в колосе, его опушенность или неопушенность, белая и красная окраска зерна и т. п. В этих чертах сходства видов проявляется гомология их генетического аппарата. Гомология в таксонах высокого уровня наблюдается, например, в сходных чертах расположения, строения и эмбрионального развития конечностей у животных различных классов позвоночных, в сходстве закладки и дифференциации зародышевых листков у животных различных типов.
Наглядный пример аналогии и аналогичной изменчивости — черты внешнего сходства китообразных с рыбами, возникшего вследствие эволюции тех и других в водной среде. В данном случае сходство обусловлено именно адаптацией, а не единством происхождения.
Сходство в изменении зубного аппарата в процессе эволюции парно- и непарнокопытных, исследованное В. О. Ковалевским, опирается одновременно на гомологию и аналогию.
Что же касается номологии, номологической изменчивости, или номогенетического компонента эволюции, то это явление нередко отрицается. Нам представляется, однако, что многие таксономические признаки, особенно в низших царствах живой природы, обусловлены явлениями помологии, т. е. не связаны ни с единством происхождения, ни с адаптациями. К примерам помологии, по-видимому, следует отнести и такую фундаментальную особенность живого, как универсальность кода генетической информации.
Заканчивая на этом рассмотрение закона Сент-Илера, отметим, что по сравнению с исходной идеей современное содержание этого закона отличается более ясным истолкованием факторов, определивших единство и многообразие жизни. Анализом этих факторов занимается эволюционное учение. В этом выражается неразрывная связь закона Сент-Илера с законами биологической эволюции.

Закон глобальности жизни, или первый закон Вернадского

1. Благодаря способности живых форм к размножению и расселению жизнь на Земле распространена всюду, где есть условия для ее существования. Органический мир образует тонкую планетарную оболочку биомассы живых организмов и среды их обитания — *биосферу,* обусловившую геологическую историю земной коры, эволюцию растений, животных, микроорганизмов, появление и существование человека. Структура биосферы определяется динамикой формирования и развития ее геобиологических

компонентов — биогеоценозов, природных зон и ландшафтов, биогеографических областей, растительных формаций.
2. Биосфера тесно взаимодействует с атмосферой, гидросферой и литосферой, обусловливая и\ эволюцию, обеспечивая перемещение и круговорот веществ и энергии на планете.
3. Биологический круговорот веществ на Земле определяется взаимодействием растений, животных и микроорганизмов, глобальная роль которых обусловлена особенностями их отношений с окружающей средой.
4. Зеленые растения обеспечивают наличие молекулярного кислорода в атмосфере Земли и выполняют космическую роль как аккумуляторы световой энергии Солнца, осуществляя первичный биосинтез органических веществ на Земле. Растения— исходное звено трофических (пищевых) цепей и биоценозах.
5. Биосферная роль животных, образующих наряду с другими биологическими компонентами экосистем так называемые экологические пирамиды, связана главным образом с их участием в биогеоценозах в качестве промежуточных и высших звеньев пищевых цепей, определяющих перемещение веществ и энергии в биосфере. Твердые остатки ископаемых животных входят в состав осадочных пород.
6. Глобальная роль микроорганизмов проявляется в таких процессах, как минерализация органических веществ, образование ряда горных пород, почвообразование, а также в патогенном действии на другие организмы.
Понимание жизни как глобального явления можно считать одним из исходных моментов ее теоретического осмысления. Однако вскрытие конкретных проявлений жизни в глобальном масштабе, выяснение роли отдельных групп организмов в формировании природных *зол* и ландшафтов, в геологическом развитии земной коры, в перемещении и круговороте веществ на нашей планете потребовало проведения длительных и углубленных исследований. В ходе этих исследований возникли и получили развитие представления о *биоценозах* и *экосистемах* различного уровня. Была разработана широкая концепция биосферы как определяющего фактора геологической истории Земли. Эта концепция, выдвинутая Владимиром Ивановичем Вернадским (1863—1945), — основное ядро закона глобальности жизни.
В глобальном масштабе биомасса нашей планеты очень невелика, составляет лишь 1/6000000 массы земного шара. Однако по масштабам своего воздействия биомасса одна из самых могущественных геохимических сил планеты. Формирование и стабилизация газового состава атмосферы — результат жизни. Химический состав гидросферы в значительной степени также обусловлен процессами жизнедеятельности организмов. Почва — продукт жизнедеятельности и область наивысшей активности живого вещества. Осадочные породы Земли — это биогенные породы, создания живого вещества. Гранитная оболочка Земли образовалась за счет переплавления осадочных пород. По Вернадскому, граниты — это «былые биосферы». Органический мир охватывает своим влиянием всю химию земной коры, определяя геохимическую историю почти всех элементов Периодической таблицы Д. И. Менделеева.
При посредстве организмов осуществляется также преобразование на поверхности планеты энергии солнечной радиации и ее накопление в форме химической энергии различных органических веществ. Суммарная годовая продукция фотосинтеза па Земле составляет 42—46 млрд. тонн органического углерода. Фотосинтезирующие организмы — зеленые растения и некоторые бактерии — осуществляют превращение неорганических веществ — $C0_2$, H_2O, соединений азота, фосфора, серы в органические вещества. Одновременно они вовлекают и биологический круговорот веществ многие другие элементы.
Группа зеленых растений по ее роли в биологическом круговороте получила название *продуцентов* органического вещества. Группа *консументов* (потребителей) органического вещества представлена в основном животными. Наконец, третья группа организмов

(бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы, другие микроорганизмы) разрушает и минерализует органические вещества. Представителей этой группы называют *редуцентами.* Взаимодействие продуцентов, консументов и редуцентов определяет биологический, или биотический, круговорот веществ. В этом круговороте, во взаимодействии синтеза и деструкции органического вещества на Земле состоит одно из важнейших проявлений жизни.

Биосфера подразделяется на природные зоны, а те, в свою очередь, на природные ландшафты. В пределах одного природного ландшафта имеется множество *биогеоценозов,* научные представления о которых разработал В. Н. Сукачев. Каждый биогеоценоз связан с определенным участком земной поверхности. *Компонентами* биогеоценоза являются определенные материальные тела: живые и косные. К живым компонентам относятся конкретные популяции продуцентов, консументов и редуцентов, а к косным — атмосфера, вода, горная порода, почва, вернее, ее неживая часть. Связь между компонентами биогеоценоза покоится на обмене веществ и энергии между ними. Биогеоценоз представляет собой противоречивое и динамичное единство входящих в него компонентов.

Помимо компонентов, выделяют *факторы* биогеоценозов: климат, рельеф, время. Они не вносят в биогеоценоз ни веществ, ни энергии, но оказывают на него разностороннее влияние. Смена (сукцессия) биогеоценозов может происходить в результате их саморазвития и под действием внешних факторов. В соответствии с характером этих факторов различают климатогенные, геоморфогенные, зоогенные и фитогенные сукцессии.

Далеко не всякая смена биогеоценозов сопровождается возникновением новых видов. Новые биогеоценозы могут формироваться за счет существующих видов. Однако процессы эволюции живых форм, коль скоро они происходят, определяются эволюцией биосферы и ее составных геобиологических элементов. В свою очередь, структура биосферы и конкретный характер ее элементов зависят от биологической эволюции живых форм, выражающейся в процессах видообразования. В тесном взаимодействии геобиологической и таксономической систем органического мира протекает эволюция жизни на Земле. Одним из факторов этой эволюции стал человек, в наше время взглянувший на биосферу из космоса (см. рис. 1 на обороте обложки). Вопрос о многоплановом воздействии человека на биосферу будет рассмотрен в разделе «Человек и жизнь планеты». Но прежде чем переходить к этой теме, нам надлежит рассмотреть ряд чисто биологических законов, среди которых, как уже отмечалось, центральное место занимают законы биологической эволюции.

Биологическая эволюция

В теории биологической эволюции можно выделить 3 основных раздела: доказательства эволюции, теорию элементарных механизмов эволюции и учение о путях и направлениях эволюционного процесса. Основополагающее значение для теории биологической эволюции имеет *дарвинизм.* Под этим названием в историю науки вошло учение Чарльза Дарвина (1809—1882) о происхождении видов путем естественного отбора. Проблематика и основное содержание дарвинизма нашли отражение в этом разделе в виде двух законов, в которых сделана попытка сформулировать самое важное из того, что и как объяснил Дарвин в своем эволюционном учении.

Рассматриваемые здесь обобщения — закон Аристотеля и закон Дарвина — представляют неразрывное единство, хотя первый из них восходит к античной науке, а второй был открыт только в XIX в.

Закон органической целесообразности, или закон Аристотеля

1. Чем глубже и разностороннее изучает наука живые формы, тем полнее раскрывается их *целесообразность,* т. е. целенаправленный, гармоничный, как бы разумный характер их организации, индивидуального развития и отношения с окружающей средой.

Органическая целесообразность раскрывается в процессе познания биологической роли конкретных особенностей живых форм.

2. Целесообразность присуща всем видам. Она выражается в тонком взаимном соответствии структур и назначения биологических объектов, в приспособленности живых форм к условиям жизни, в *естественной целенаправленности* особенностей индивидуального развития, в приспособительном характере форм существования и поведения биологических видов.

3. Органическая целесообразность, ставшая предметом анализа античной науки и служившая основанием для телеологических и религиозных истолкований живой природы, получила материалистическое объяснение в учении Дарвина о *творческой роли* естественного отбора, проявляющейся в адаптивном характере биологической эволюции.

Такова современная формулировка тех обобщений, истоки которых восходят к Аристотелю, выдвинувшему представления о целевых причинах.

Изучение конкретных проявлений органической целесообразности одна из важнейших задач биологии. Выяснив, для чего служит та или иная особенность исследуемого биологического объекта, в чем биологическое значение этой особенности, мы благодаря эволюционной теории Дарвина приближаемся к ответу на вопрос, почему и каким образом она возникла. Рассмотрим проявления органической целесообразности на примерах, относящихся к различным областям биологии.

В области цитологии яркий, наглядный пример органической целесообразности — деление клеток у растений и животных. Механизмы эквационного (митоз) и редукционного (мейоз) деления обусловливают постоянство числа хромосом в клетках данного вида растений или животных. Удвоение диплоидного набора в митозе обеспечивает сохранение постоянства числа хромосом в делящихся соматических клетках. Гаплоидизация хромосомного набора при образовании половых клеток и восстановление его при образовании зиготы в результате слияния половых клеток обеспечивают сохранение числа хромосом при половом размножении. Отклонения от нормы, приводящие к полиплоидизации клеток, т. е. к умножению числа хромосом против нормального, отсекаются стабилизирующим действием естественного отбора или служат условием генетического обособления, изоляции полиплоидной формы с возможным превращением ее в новый вид. При этом в действие вновь вступают цитогенетические механизмы, обусловливающие сохранение хромосомного набора, но уже на новом, полиплоидном, уровне.

В процессе индивидуального развития многоклеточного организма происходит образование клеток, тканей и органов различного функционального назначения. Соответствие этих структур их назначению, их взаимодействие в процессе развития и функционирования организма — характерные проявления органической целесообразности.

Обширную область примеров органической целесообразности представляют приспособления для размножения и распространения живых форм. Назовем некоторые из них. Например, споры бактерий обладают высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям среды. Цветковые растения приспособлены к перекрестному опылению, в частности с помощью насекомых. Плоды и семена ряда растений приспособлены к распространению с помощью животных. Половые инстинкты и инстинкты заботы о потомстве характерны для животных самого различного уровня организации (см. рис. 2 на обороте обложки). Строение икры и яиц обеспечивает развитие животных в соответствующей среде. Молочные железы обеспечивают полноценное питание потомства у млекопитающих.

Характерную группу приспособлений представляют инстинкты насекомых, ведущих общественный образ жизни, таких, например, как пчелы, с их разделением функций

между различными особями семьи. Здесь же следует напомнить о групповых формах поведения в стаях и семейных группах птиц и зверей.
Появление ряда приспособительных особенностей было связано с выходом растений и животных из водной среды на сушу. Способность семенных растений, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих к размножению вне водной среды связана с глубокими морфофизиоло-гическими изменениями в организации. Здесь следует указать на формирование у растений таких органов, как цветок, семя, плод, а у животных — зародышевых оболочек, характерных для высших позвоночных, а также новых типов кожного покрова и теплокровности птиц и млекопитающих. Все это следует характеризовать как проявления органической целесообразности, обеспечившие расцвет на Земле представителей высших групп животного и растительного мира.
Весьма показательный пример органической целесообразности — защитная маскирующая окраска, распространенная среди многих беспозвоночных и всех классов позвоночных животных. Другие виды защитных приспособлений — устрашающая окраска и мимикрия, т. е. уподобление по внешнему виду ядовитым животным или несъедобным частям растений.
Наряду с пассивными средствами защиты в животном мире распространены активные средства защиты о г хищников: клыки кабана, рога буйвола и т. п. У хищников вся организация и инстинкты несут на себе черты приспособления к добыче пищи.
Борьба за существование в органическом мире, проявляющаяся в противодействии неблагоприятным факторам окружающей среды *(биотическим* и *абиотическим),* привела и к такому распространенному приспособлению, как соответствие коэффициента размножения степени истребляемости живых форм. Чем выше процент гибели особей данного вида, тем выше его коэффициент размножения.
В настоящее время совершенно очевидно, что *адаптации* возникают в результате процесса биологической эволюции. При этом нетрудно прийти к выводу, что эволюционная древность и длительность формирования различных адаптации той или иной живой формы различны. Любой вид несет в себе наряду с очень древними адаптациями относительно новые, наряду с очень сложными, возникновение которых можно объяснить лишь весьма длительным эволюционным процессом, — сравнительно простые, сформировавшиеся за более короткое время.
Органическая целесообразность при всем ее общебиологическом значении относительна. Это выражается в том, что в любой популяции степень приспособленности разных особей по конкретным адаптациям различна. Кроме того, при изменении условий отдельные приспособительные особенности прекращают быть таковыми, и эволюция может пойти в новом направлении. Особенно ярко относительность целесообразности проявляется при массовом вымирании видов.
Закон органической целесообразности, как уже отмечалось, неразрывно связан с законом естественного отбора. Эта связь обусловлена тем, что органическая целесообразность представляет собой следствие естественного отбора. В свою очередь, естественный отбор осуществляется благодаря относительности органической целесообразности, неоднородности популяции по степени приспособленности ее особей и генетических линий к конкретным факторам среды.

Закон естественного отбора, или закон Дарвина

1. Состав каждой видовой *популяции* благодаря процессу наследственной изменчивости генетически неоднороден. Эта неоднородность может проявиться в неодинаковой приспособленности различных особей и соответственно их потомства к конкретным условиям среды.
2. В условиях борьбы за существование более приспособленные особи имеют больше шансов выжить и, как правило, дают более многочисленное потомство. Благодаря этому

из поколения в поколение приспособительные наследственные изменения могут нарастать, а их носители все более доминировать среди особей популяции.
3. *Наследственность, изменчивость* и *естественный отбор,* т. е. преимущественное сохранение в ряду поколений более приспособленных, являются элементарными факторами биологической эволюции. Естественный отбор определяет ее направленный, адаптивный характер.
4. В меняющихся в пространстве и времени биогеоценозах под действием естественного отбора наследственных изменений, усиленного географической, экологической и генетической изоляцией различных популяций вида, происходит процесс их *дивергенции* (расхождения), приводящий к образованию новых качественно обособленных видов. Новые виды могут дать начало новым родам, роды — семействам и т. д.
5 В относительно стабильных условиях естественный отбор проявляет *стабилизирующий эффект,* который выражается в закреплении и сохранении генетических особенностей популяции и в ограждении ее от неблагоприятных наследственных уклонений. Стабилизирующий эффект естественного отбора объясняет сохранение относительного постоянства видов на протяжении длительных периодов времени.
Факторы, обусловливающие биологическую эволюцию, ее адаптивный характер и качественную обособленность видов, а также таксонов более высокого ранга, были открыты Дарвином в значительной мере путем теоретического анализа механизма искусственного отбора и экстраполяции полученных выводов на процессы, протекающие в дикой природе. Таким образом, *искусственный отбор* послужил Дарвину как бы моделью естественного отбора.
При создании сортов культурных растений и пород домашних животных в основе направленного процесса формообразования лежат, как показал Дарвин, три фактора: наследственность, изменчивость и искусственный отбор, т. е. сохранение и воспроизведение особей и разновидностей, все более отвечающих целям человека. Под совокупным действием этих факторов образуются новые сорта и породы, различающиеся между собой в итоге дивергенции иногда даже более значительно, чем природные виды. При этом характер новообразований, закрепляемых в поколениях под действием отбора, отвечает целям селекционера.
Помимо искусственного *методического отбора,* Дарвин раскрыл форму искусственного *бессознательного отбора.* Методический отбор составляет основу сознательной деятельности селекционера. В бессознательном отборе проявляется неосознанная селекционная деятельность человека, оставляющего для воспроизведения лучших особей и лучшие разновидности. Бессознательный отбор действовал еще в период одомашнивания диких животных и окультуривания диких растений и продолжался тысячелетия до появления методического отбора. Таким образом, человек издавна осуществлял селекционную деятельность, не сознавая ее эволюционных последствий.
Аналогом искусственного отбора в дикой природе является естественный отбор, т. е. сохранение более приспособленных особей, их преобладание в воспроизведении и умножении потомства. Предпосылку естественного отбора, его селекционное начало Дарвин увидел в *борьбе за существование,* с которой сталкиваются особи любой популяции. Именно естественный отбор обеспечивает адаптивный характер эволюции, так как механизм его действия состоит в сохранении более приспособленных. Что же касается двух других элементарных факторов эволюции — наследственности и изменчивости, то и они свойственны всем живым формам.
Указав на глубокую аналогию искусственного отбора с процессами, неизбежно происходящими в дикой природе, Дарвин тем самым убедительно обосновал свою теорию происхождения видов путем естественного отбора. Свои доказательства Дарвин подкрепил богатейшим фактическим материалом по изменчивости растений и животных. Кроме того, он провел обширные опыты, касающиеся перекрестного опыления и самоопыления у растений, а также опыты с насекомоядными растениями. Эти

исследования на примере конкретных приспособлений послужили дополнительным аргументом в пользу теории естественного отбора.
Не будет преувеличением утверждать, что учение Дарвина навсегда останется краеугольным камнем теоретической биологии, поскольку оно затрагивает практически все ее основные разделы и дает системно-историческую трактовку биологической формы движения материи.
В ходе дальнейшего развития биологической науки были углублены представления Дарвина о механизме видообразования. Было установлено, что элементарный объект этого процесса — популяция, т. *е.* группа особей одного вида. Выявлены особенности *аллопатрического* и *симпатрического* видообразования, т. е. видообразования с географической изоляцией и без нее. Показана роль комбинационной, т. е. возникающей при гибридизации, изменчивости и *полиплоидии* в процессах видообразования. Раскрыта природа наследственности и изменчивости, развиты представления о генотипе и фенотипе, мутационной и модификационной изменчивости, доминантных и рецессивных признаках. В настоящее время все эти представления входят в арсенал эволюционной теории, детализируя ее аспекты, касающиеся наследственности и изменчивости.
Большое значение для развития эволюционной теории имели исследования, позволившие углубить представления об эволюции онтогенеза и тем самым преодолеть возникшую после Дарвина ограниченность трактовки эволюционной роли изменчивости в узких рамках противопоставления одних ее форм другим, без учета изменения организма как целого.
Заканчивая раздел, посвященный биологической эволюции, следует остановиться на вопросе о том, закономерен ли ее прогрессивный характер, вытекает ли он из сущности естественного отбора. Если иметь в виду биологический (экологический) прогресс, то следует отметить, что он непосредственное следствие естественного отбора, соревнования за жизненное пространство, происходящего в любых экосистемах.
Морфофизиологический прогресс, усложнение организации живых форм в ходе эволюции — результат естественного отбора на фоне усложнения биотических и абиотических условий среды, в которых Морфофизиологический прогресс дает особые преимущества. Таким образом, его причина — не отбор как таковой, а отбор, протекающий в определенных условиях.
Если возникновение таких условий было неизбежным в эволюции биосферы, то и Морфофизиологический прогресс был неизбежен. Выход водных растений и животных на сушу, смена влажного климата засушливым, горообразование, переход предков человека от древесного образа жизни к наземному, наступление и отступление ледников, формирование зон холодного и умеренного климата — все эти изменения были в истории Земли закономерны. Следовательно, закономерны были и протекавшие под действием этих изменений биологические новообразования, в том числе и прогрессивные. Закономерным было и возникновение человека.
Представляется поэтому очевидным, что Морфофизиологический прогресс как основное направление исторического развития органических форм — закономерная особенность биологической эволюции на пути от возникновения жизни до формирования человека, представляющего высший этап исторического развития живой природы.

Индивидуальное развитие организма
Изучение индивидуального развития организма — задача эмбриологии, возрастной физиологии, биологии развития, геронтологии. В настоящее время происходит формирование молекулярной биологии развития. Накопленный в ней фактический материал служит основанием для различных теоретических выводов. Однако общебиологическая теория индивидуального развития на уровне молекулярных закономерностей еще не сформулирована. Поэтому мы ограничимся общебиологическими

законами индивидуального развития организма, открытыми до наступления эпохи молекулярных исследований.
В этом разделе представлен закон онтогенетического старения и обновления, или закон Кренке, трактующий вопрос о неизбежности старения и смерти и общебиологическом характере процессов обновления, обеспечивающих непрерывность жизни. Рассмотрим также закон целостности[1] онтогенеза, или закон Дриша. Полиостью отвергая витализм Дриша, мы по справедливости должны признать роль немецкого ученого в открытии этого закона. Постараемся дать ему материалистическое толкование, используя для этого современные представления о системно-регуляторных факторах развития организма.
Одна из важных проблем индивидуального развития— проблема эволюции онтогенеза, или соотношения онтогенеза с филогенезом. Не касаясь существа этой проблемы, подчеркнем ее значение как важного связующего звена между различными разделами теоретической биологии.

Закон онтогенетического старения и обновления, или закон Кренке

1. Жизнь любого организма конечна в своей продолжительности. Продолжительность жизни определяется наследственностью и условиями существования организма. Поступательное движение организма к естественной смерти, к прекращению индивидуального существования обусловлено его *старением,* проявляющимся в ослаблении, угасании жизнедеятельности.
2. Жизнь вида в отличие от жизни индивида потенциально не ограничена во времени и при неизменном сохранении благоприятных условий его существования может продолжаться как угодно долго. Непрерывность жизни вида обеспечивается воспроизведением его особей. Поступательное движение к репродукции, процессы, обеспечивающие репродукцию, составляют поэтому важнейшую для вида сторону индивидуального развития организма.
3. Эта сторона индивидуального развития обусловлена процессами *обновления,* протекающими в организме. Основные проявления процессов обновления — это новообразование живого вещества, деление клеток, морфогенез, процессы регенерации, оплодотворение.
4. Процессы обновления противоположны процессам старения. Противоречивое единство этих процессов составляет основу индивидуального развития организма. На *восходящей ветви* возрастной кривой преобладает обновление, на *нисходящей* — старение.
5. Различные факторы среды могут способствовать или противодействовать старению и соответственно противодействовать или способствовать обновлению. Поэтому в индивидуальном развитии организма проявляется неоднозначность его *календарного* и *физиологического возраста.* Различные клетки, ткани и органы многоклеточного организма могут различаться по собственному возрасту, на который накладывается также общий возраст организма в момент их образования. Разновозрастность особенно ярко видна на метамерных органах растений.
6. Возрастные изменения этих органов, отражающие взаимосвязь старения и обновления, проявляются в морфологических, физиологических и биохимических изменениях, носящих закономерный характер. Это дает возможность по соответствующим возрастным признакам выявлять предшествующие условия развития организма, прогнозировать на ранних стадиях его скороспелость и другие наследственные особенности, обусловленные темпами старения и обновления.

Закон онтогенетического старения и обновления представляет собой общебиологическую формулировку основных положений теории циклического старения и омоложения растений советского ботаника Николая Петровича Кренке (1892—1939). В этом законе мы заново изложили общебиологическое содержание концепции Кренке, не отклоняясь, однако, от ее идейно-теоретической сути.

Закономерности возрастной изменчивости растений, выявленные Кренке путем применения разработанных им количественных методов морфологического анализа развития побега (см. возрастную кривую на рис. 3), объясняются исходя из диалектико-материалистического понимания развития как непрерывного отмирания старого и возникновения нового. В основе теории Кренке лежит представление материалистической диалектики, согласно которому, по словам Энгельса[1], «отрицание жизни по существу содержится в самой жизни», и жизнь должна рассматриваться «в отношении со своим необходимым результатом, заключающемся в ней постоянно в зародыше, — смертью».
Существует около 200 гипотез о сущности старения. Многие из них представляют лишь исторический интерес. Например, гипотезы, сводящие процесс старения к самоотравлению организма, к израсходованию запаса ферментов или иных веществ. В настоящее время широким признанием пользуются представления, согласно которым в основе старения лежат молекулярные механизмы — деструкция (нарушение целостности) ДНК в процессе поступательного движения организма к естественной смерти. Однако в соответствии с приведенным законом, опирающимся на теорию Кренке, процесс старения сопряжен с процессом обновления. Поэтому процессу *деструкции* ДНК в онтогенезе должен противостоять соизмеримый с ним процесс *репарации,* восстановления ДНК. Общебиологический характер закона онтогенетического старения и обновления заставляет сделать заключение, что репарация ДНК под действием репарационных ферментов представляет собой не частное явление. Она имеет фундаментальное значение в ходе индивидуального развития, обусловливая процессы обновления и задерживая старение организма.
В многоклеточном, особенно животном, организме процессы старения и обновления носят ярко выраженный системный характер. Они не исчерпываются изменениями в клетках, а в значительной степени обусловлены возрастными изменениями структурных элементов, составляющих более высокие уровни организации живого (ткани, органы, организм в целом). В этом проявляется целостность онтогенеза.
Закон онтогенетического старения и обновления раскрывает одну из важных сторон биологического содержания понятия времени, выражаемого, в частности, в продолжительности жизни индивида. В современной биологии *понятие времени* имеет такое же фундаментальное значение, что и в физике. Биохимические реакции, передача нервного возбуждения, ритм работы сердца, фазы и стадии индивидуального развития, смена биоценозов, этапы эволюции — любой процесс, происходящий в живой природе на молекулярном и клеточном уровнях, на уровне отдельного органа, индивидуума, популяции, биогеоценоза и биосферы в целом, характеризуется вполне определенной продолжительностью. Временные характеристики живых систем выражаются и в таких явлениях, как биоритмы, обусловленные наследственными особенностями живых объектов и внешними условиями. Временные (темпоральные) характеристики биологических объектов и процессов — важный количественный признак. Их изучает *хронобиология* (хроногенетика, хронофизиология, хроноэкология). На стыке биологических и геологических наук находится геохронология, определяющая древность и продолжительность периодов развития органического мира.
Для формирования хронобиологии принципиальное значение имеют представления В. И. Вернадского, в частности, изложенные им в конце 1931 г. на общем собрании Академии наук СССР в докладе «Проблема времени в современной науке». Вернадский вывел проблему времени за традиционные рамки физики и поставил **ее** как широкую естественнонаучную и философскую проблему, имеющую непосредственное отношение также к геологии, биологии и другим областям естествознания. Тем не менее, и по сей день философы, за немногим исключением, анализируя содержание понятия времени, рассматривают лишь физическую интерпретацию проблемы и почти не учитывают ее химический, биологический, геологический, космогонический аспекты.

В современной физике, особенно в популярных работах, широко признается принципиальная и даже техническая возможность создания так называемой машины времени, позволяющей совершить путешествие в отдаленное будущее. Представление о «путешествии во времени» выдвигается при этом как неизбежное следствие из теории относительности, созданной Альбертом Эйнштейном и подтвержденной в ходе развития теоретической и экспериментальной физики XX в. Как утверждают физики-теоретики, на космическом корабле, движущемся с околосветовой скоростью, длительность промежутков времени между двумя любыми событиями по «земными и «ракетным» часам связана простой формулой:

T ракеты …

T Земли …. (искажено при форматировании исходного текста, - прим. тех. редактора – А.В.);

где т[1] — промежутки времени, *v* — скорость движения ракеты относительно Земли, *c* — скорость света.

Основываясь на этой формуле, философ М. В. Мостепаненко писал: «Слетав к туманности Андромеды с ускорением 3g, путешественник, вернувшийся на Землю, постареет на 20 лет, что не так уж много! Но на Земле за это время пройдет более полутора миллионов лет!»[2].

Распространяя на человеческий организм так называемый парадокс часов, философ упустил из виду, что в вышеприведенной формуле, как и в теории относительности в целом, речь идет о физическом времени. А биологическое время отнюдь не тождественно физическому, что вытекает из закона онтогенетического старения и обновления, не только утверждающего неравнозначность физиологического и календарного возраста организма, но и категорически отвергающего веру в возможность его бессмертия, столь охотно принимаемую людьми, далекими от биологии.

С хронобиологической точки зрения более правомерно было бы рассмотреть влияние изменения течения физического времени в ракете, движущейся с околосветовой скоростью, на жизнедеятельность и темпоральные характеристики космического путешественника не непосредственно, а через изменение экологических факторов в корабле, таких, как температура или фоновая интенсивность ионизирующей радиации. Если бы физики указали, как изменятся за счет релятивистских эффектов эти факторы в космическом корабле, то была бы возможность смоделировать в реальных экспериментах биологическую сторону указанного фантастического путешествия. Впрочем, для этого даже не потребовалось бы проводить специальные эксперименты, так как характер зависимости человеческого организма от указанных факторов известен. При этом нет, конечно, никаких оснований считать, что изменение этих или каких-либо других факторов позволит существенно увеличить продолжительность жизни космонавта за пределы, определяемые его наследственностью и генетическим радикалом вида. Непосредственное выведение биологических закономерностей из физических может приводить к серьезным ошибкам, что и произошло в вопросе о «машине времени».

Утверждая идеи системного подхода в современной науке, Л. Берталанфи подчеркивал, что вербальная (словесная) модель исследуемой системы лучше, чем отсутствие какой-либо модели или, чем математическая модель, искажающая реальность. Именно такой моделью, искажающей реальность, оказалась вышеприведенная формула при распространении ее на биологические явления. В этой связи уместно привести слова А: А. Ляпунова, отметившего, что рациональная трактовка количественных вопросов невозможна, пока должным образом не рассмотрены вопросы качественные.

Закон целостности онтогенеза, или закон Дриша

1. Целостность организма — его внутреннее единство, относительная автономность, несводимость его свойств к свойствам отдельных его частей, подчиненность частей целому — проявляется в течение всех стадий онтогенеза. Таким образом, онтогенез

представляет собой упорядоченное единство последовательно чередующихся состояний целостности. В целостности индивидуального развития проявляется органическая целесообразность.
2. Целостность онтогенеза базируется на действии *системно-регуляторных факторов: цитогенетических, морфогенетических, морфофизиологических, гормональных,* а у большинства животных также *нейрогуморальных.* Эти факторы, действуя по принципу обратной связи, координируют ход развития и жизнедеятельность организма как активного целого в тесной связи с условиями окружающей среды.
3. Свойство целостности имеет количественное выражение, неодинаковое для представителей разных видов, для разных особей, стадий и состояний организма. У растений целостность, как правило, выражена в меньшей степени, чем у животных. В процессе регенерации, т. е. восстановления утраченных частей или восстановления организма из части, целостность возрастает. Усложнение организации в процессе онтогенеза и филогенеза, усиление координирующей функции системно-регуляторных факторов организма означают возрастание целостности.
4. Филогенетические изменения суть изменения целостных онтогенезов, протекающие в условиях воздействия естественного отбора на системно-регуляторные факторы. Поэтому свойство целостности сохраняется организмами не только в их индивидуальном, но и историческом развитии. Изменения, разрушающие целостность, отметаются отбором. Закон теоретической биологии, который в истории науки связан с именем немецкого эмбриолога Ганса Дриша (1867—1914), гласит, что индивидуальное развитие организма есть целостный процесс и будущее состояние каждого развивающегося элемента есть функция его положения в целом. Конкретизируя и развивая в свете научных данных эту формулировку (в противовес ее идеалистической трактовке в витализме), мы и приходим к закону целостности онтогенеза — к закону, дающему материалистическое толкование одной из самых сложных сторон индивидуального развития организма. Обращаясь к истории открытия этого закона, отметим, что им обусловлен *принцип корреляции,* установленный Кювье и позволивший этому ученому реконструировать по отдельным остаткам строение многих ископаемых животных в целом. С этим же законом связано явление *коррелятивной изменчивости,* на которое обратил внимание Дарвин. Для понимания целостности онтогенеза существенное значение имело раскрытие И. П. Павловым и его учениками роли центральной нервной системы как регуляторного фактора, обеспечивающего целостность организма животных и человека. Системный характер процессов старения человека и животных показан в исследованиях А. В. Нагорного и его сотрудников. Целостность растительного организма в процессе его индивидуального развития исследовал М. Х. Чайлахян и другие физиологи растений. Большое значение в раскрытии целостности онтогенеза имели эмбриологические исследования, у истоков которых стояли К. Ф. Вольф и К. М. Бэр. Глубокую эволюционную трактовку целостности организмов в их индивидуальном и историческом развитии дал И. И. Шмальгаузен, развивший идеи А. Н. Северцова по этому вопросу. Рассмотрим подробнее некоторые стороны тех обобщений, которые составляют основное содержание закона целостности онтогенеза. Известно, что индивидуальное развитие всех организмов носит *стадийный* характер. У вирусов стадии связаны с жизненным циклом, с их репродукцией и переходом из одной клетки в другую. Индивидуальное развитие одноклеточных включает фазы клеточного цикла — такие, например, как митоз, предсинтетическую фазу, фазу синтеза ДНК и постсинтетическую фазу. В онтогенезе многих растений выделяются хорошо различимые стадии чередования поколений (полового и бесполого). У растений и особенно животных четко разграничены стадии: *эмбриональная, молодости, зрелости* и *старости.* Возможно и более дробное членение онтогенеза.
Соответственно стадиям развития и уровню целостности следует различать: 1) *цитогенетическое целое,* присущее отдельной делящейся клетке; 2) *эмбриональное целое,*

характеризующее фазы дробления яйца, дифференцировки, морфогенеза и роста зародыша в зародышевых оболочках; 3) *постэмбриональное онтогенетическое целое,* характерное для стадий молодости и зрелости; 4) *инволюционное целое,* отражающее системный характер инволюционного развития организма на стадии старости.
Для каждого уровня целостности характерна своя совокупность системно-регуляторных факторов. Однако, появившись на одной стадии развития, конкретный фактор может сохраняться в той или иной форме и на последующих, интегрируясь с новыми регуляторными системами.
В цитогенетическом целом, отдельно делящейся клетке, основное регуляторное значение имеет цитоплазматический контроль, а затем взаимодействие ДНК, РНК и белков. Генетическая информация в процессе матричного синтеза переходит с ДНК на РНК, а с РНК на белки. В свою очередь, осуществляя обратную связь, белки-ферменты и метаболиты-эффекторы играют роль регуляторов функционирования ДНК. Другую сторону целостности клетки составляет свойство раздражимости, проявляющееся в ее структурном и функциональном реагировании на воздействия среды.
В эмбриональном целом вступают в действие морфо-генетические системы регуляции, проявляющиеся в клеточном и тканевом взаимодействии при посредстве белков, играющих роль индуцирующих факторов эмбриогенеза. При этом имеют значение и другие факторы, обусловливающие целостность эмбрионального развития. Например, его пространственно-временная организация, фиксация каждого элемента развивающейся системы во времени и пространстве, полярность и самоорганизация системы, взаимная самонастройка, коадаптация ее элементов.
У высшего растения большое значение имеет взаимодействие листьев и корня со стеблем, на котором формируются генеративные органы. Помимо потоков питательных веществ, взаимодействие осуществляют системы гормональной регуляции и раздражимости растений.
У животных на постэмбриональных стадиях ведущее значение для поддержания целостности имеют нейро-гуморальная и гормональная регуляции. Вместе с тем действуют механизмы более частной морфофизиологической регуляции: непосредственное взаимодействие органов, тканевое и клеточное взаимодействие. На протяжении всех стадий онтогенеза у растений и животных функционируют внутриклеточные системы регуляции.
Системно-регуляторные факторы обеспечивают сохранение относительного постоянства, самотождественности организма и в то же время обусловливают его поступательное развитие. Наряду с этими проявлениями системной самоорганизации, характерными для восходящей ветви развития, на нисходящей ее ветви, в стадии старости, имеет место системная дезорганизация.
Роль системно-регуляторных факторов, обеспечивающих целостность развития, все конкретнее и полнее раскрывается в экспериментальных аналитических исследованиях молекулярной биологии развития организма. Сложность возникающих при этом проблем обусловлена тем фактом, что ход развития организма во всей полноте этого процесса не предопределен ДНК клетки, а обусловлен *развивающимся целым* (цитогенетическим, эмбриональным и т. д.). Поэтому аналитическое расчленение факторов развития, определение их только структурой ДНК недостаточны для познания закономерностей онтогенеза. Этот подход, весьма сложный сам по себе, должен быть интегрирован в научном анализе, основанном па системно-историческом осмыслении экспериментальных фактов индивидуального развития организма как целого. Это усложняет задачу исследователя, но только таким путем, через анализ системных факторов развития, можно раскрыть целостность онтогенеза, без чего невозможно познать его в полной мере.

Физиолого-биохимическая сущность жизни

Физиология, биологическая и биофизическая химия тесно соприкасаются с теоретической биологией, поскольку совместно с ней решают вопрос о биохимических критериях и физиолого-биохимической сущности жизни.
Именно к этой общей области указанных наук относятся излагаемые ниже закон химического состава живого вещества, и закон системной организации биохимических процессов. В основе этих законов лежит предложенное Энгельсом определение: «Жизнь — это способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь»[3].
Энгельс не считал свое определение исчерпывающим, и, рассматривая физиолого-биохимическую сущность жизни, мы должны расширить рамки этого определения с учетом более поздних обобщений и формулировок, учитывающих последующее развитие науки в этой области.

Закон химического состава живого вещества, или первый закон Энгельса

1. Материальную основу живых тел составляют органические соединения *углерода,* которые в процессе жизнедеятельности организма претерпевают биохимические превращения. Суть этих превращений — процессы ассимиляции и диссимиляции, т.е. в конечном счете построение живого тела из поступающих извне питательных веществ и разложение органических веществ с выделением энергии, используемой в процессах жизнедеятельности. Совокупность ассимиляции и диссимиляции составляет обмен веществ организма, или его метаболизм.
2. В обмене веществ фундаментальная роль принадлежит *белкам-ферментам как* катализаторам и регуляторам биохимических реакций. Кроме того, белки выполняют структурообразующие, двигательные, транспортные, иммунологические и энергетические функции.
3. Биосинтез белков происходит при участии *нуклеиновых кислот,* полимерная структура которых определяет порядок чередования аминокислот в молекулах синтезируемых белков. Обладая способностью к передаче генетической информации, нуклеиновые кислоты играют уникальную роль в явлениях наследственности, биосинтезе белка и индивидуальном развитии организма. Наряду с белками нуклеиновые кислоты составляют первооснову жизни.
4. Помимо белков и нуклеиновых кислот, в живом теле присутствуют многие другие органические соединения, в частности *липиды* и *углеводы,* несущие особые структурообразующие и энергетические функции, а также универсальный накопитель химической энергии — *аденозинтрифосфорная кислота* (АТФ). Из неорганических веществ живого тела особое значение имеет вода, в отсутствие которой жизнедеятельность невозможна.

Определяя жизнь как форму существования белковых тел, Энгельс тем самым подчеркнул уникальную роль белков в качестве биохимической первоосновы жизни. В настоящее время общеизвестно, что белки-ферменты катализируют и регулируют биосинтез всех органических веществ, образуемых в клетке, и всех других происходящих в ней биохимических процессов. Белки составляют структурную основу органоидов клетки, обусловливают раздражимость клетки и другие проявления жизнедеятельности.
Определяя физиолого-биохимическую сущность жизни, современные ученые называют в качестве ее первоосновы, помимо белков, нуклеиновые кислоты — ДНК и РНК. Такое дополнение вполне обоснованно, поскольку, как выяснилось, нуклеиновым кислотам принадлежит определяющая роль в биосинтезе белков и передаче наследственных свойств. Таким образом, материальную первооснову жизни составляют высокоспецифичные полимерные вещества — белки и нуклеиновые кислоты, образующие вместе с другими компонентами элементарную структурно-функциональную единицу жизни — клетку.

Очевидно, следует различать материальную первооснову жизни и живое вещество в целом. В первом случае имеются в виду ключевые химические компоненты клеток, определяющие процессы биосинтеза и репродукции, а во втором — вся совокупность клеточного и межклеточного вещества живого тела.
В структурно-функциональной организации клетки роль липидов связана в основном с их участием в формировании плазматических мембран, на поверхности которых протекают биохимические процессы, а также в образовании запасов питательных веществ.
Различные углеводы выполняют метаболические функции, являются первичными продуктами фотосинтеза, запасным питательным веществом, составляют значительную часть биомассы растений, входя в состав клеточных оболочек. Что касается АТФ, то это вещество, присутствующее в каждой живой клетке, играет центральную роль в энергетическом обмене. Другие органические компоненты живого вещества не имеют столь универсального значения и поэтому специально не названы.
Включение воды в состав живого вещества объясняется тем обстоятельством, что она содержится как обязательный компонент в любом живом теле. Это та среда, в которой протекают биохимические процессы. Кроме того, как химический реагент вода участвует в гидролизе органических веществ, фотосинтезе и других процессах. В водном растворе происходит ионизация неорганических веществ, участвующих в биохимических реакциях. Содержание воды в клетке составляет обычно 60—• 80% и более, что обусловливает также механические свойства живого тела.
Уникальность органических соединений углерода, особенно белков и нуклеиновых кислот, обусловливает всеобщий характер закона химического состава живого вещества.

Закон системной организации биохимических процессов, или закон Берталанфи
1. Любой организм представляет собой открытую, неравновесную, самообновляемую, саморегулируемую, саморазвивающуюся, самовоспроизводящуюся активную *систему.* Протекающие в ней биохимические процессы характеризуются пространственно-временной упорядоченностью и направлены на самообновление и воспроизведение системы в целом.
2. *Открытость* живой системы проявляется в ее обмене веществом, энергией и информацией с окружающей средой. *Неравновесность* живой системы выражается в ее неизбежном изменении.
3. *Самообновляемость* живой системы заключается в постоянной замене разрушаемых веществ живого тела вновь синтезируемыми. Этот процесс обеспечивает *самосохранение* системы. *Саморегулируемость* выражается в поддержании в живом теле условий, необходимых для ее самосохранения.
4. Способность живой системы к *саморазвитию* и *самовоспроизведению,* как и любые другие ее свойства, подконтрольна действию естественного отбора. Она определяет структурно-функциональную организацию живого тела, его общебиологические и конкретные свойства, обеспечивающие самосохранение биологических систем в их индивидуальном и историческом развитии.
5. Непосредственные причины, определяющие способность живой системы к саморазвитию и самовоспроизведению, — структурно-функциональные особенности нуклеиновых кислот и белков, старение и обновление живого тела, процесс обмена веществ в целом.
6. *Активность* живой системы проявляется в ее избирательности по отношению к внешним источникам питательных веществ, энергии и информации, в раздражимости (активной, в частности двигательной, реакции на внешние воздействия), в образовании адаптивных ферментов, иммунологических реакциях, активных формах поведения.
7. Превращение веществ в живом теле выражается в многоступенчатых каталитических процессах, которые образуют линейные и разветвленные цепи, замкнутые циклы и сети биохимических реакций живого тела. Упорядоченность системы этих реакций

обеспечивается механизмами генетического контроля метаболизма путем индукции и репрессии биосинтеза ферментов. Наряду с этим — пространственной разделенностью биохимических реакций в клетке, регуляцией активности ферментов путем изменения концентрации субстратов, активаторов и ингибиторов, мультиферментной организацией многоступенчатых реакций, гормональной и нейро-гуморальной регуляцией ферментативного катализа. Функционирование этих системно-регуляторных факторов метаболизма, действующих в основном по принципу обратной связи, подчинено сохранению и развитию организма как целого. Если первый закон Энгельса характеризует субстанциональные, вещественные свойства живой материи, то закон Берталанфи касается функциональных особенностей живых тел, наиболее общих свойств тех физиолого-биохимических процессов, которые в них протекают. Вслед за Людвигом фон Берталанфи (1901 — 1972), рассматривая организм как *открытую систему,* мы прежде всего имеем в виду, что для ее существования необходим обмен со средой веществом и энергией. В связи с этим напомним некоторые общие представления и факты.

К питательным веществам *автотрофных* организмов относятся неорганические соединения, главным образом СОз, ионы аммония, азотной, фосфорной кислот, калия, кальция, натрия, соединения, содержащие так называемые микроэлементы, необходимые в сравнительно небольших количествах (Fe, Mg, Mn, B, Си, Zn и др.). Основную группу автотрофных организмов составляют зеленые растения. Энергетическим источником для них служит световая энергия Солнца. Поэтому их называют также *фототрофными* организмами. Кроме зеленых растений, к ним принадлежат синезеленые водоросли и фотосинтезирующие бактерии. Особую группу автотрофных организмов составляют *хемотрофные* бактерии, которые получают энергию в процессе превращения неорганических соединений.

Для питания *гетеротрофных* организмов нужны органические соединения: белки, жиры, углеводы, витамины. Эти организмы, как и автотрофные, нуждаются также в неорганических соединениях калия, кальция, натрия и микроэлементов. К гетеротрофным организмам принадлежат все животные, грибы и многие микроорганизмы.

Надо отметить, что белки, жиры и сложные углеводы в пищеварительном тракте животных под действием ферментов расщепляются на составные части — аминокислоты, жирные кислоты, моносахариды, которые и поступают в кровь. Из этих соединений в клетках организма происходит биосинтез веществ живого тела. Энергетическим источником для гетеротрофных организмов служит химическая энергия питательных веществ, подвергаемых в организме биологическому окислению.

У большинства животных и растений биологическое окисление происходит при участии молекулярного кислорода, в котором нуждаются все *аэробные* организмы. У них процесс биологического окисления происходит в форме дыхания. Существуют, однако, обширные группы организмов, у которых источником кислорода для биологического окисления являются органические кислородсодержащие соединения, главным образом углеводы. В этом случае биологическое окисление происходит в форме брожения, сущность которого раскрыл Луи Пастер. Организмы, не нуждающиеся в свободном кислороде, называют *анаэробными.* К ним принадлежат многие микроорганизмы и некоторые паразитические животные. Следует иметь в виду, что биологическое окисление без участия молекулярного кислорода как звено метаболизма происходит и в аэробных организмах. Кроме того, имеются *факультативные* анаэробы, у которых в зависимости от условий биологическое окисление происходит тем или иным способом.

Основной источник азота для гетеротрофных организмов — *белки,* для автотрофных — соли азотной кислоты и аммония. Однако некоторые микроорганизмы способны к усвоению молекулярного азота. К ним относятся клубеньковые бактерии, азотобактер, *азотфиксирующие* синезеленые водоросли.

Необходимость поступления в организм воды, очевидно, не нуждается в комментариях. Обезвоживание организма часто приводит к смерти. Однако многие виды выдерживают значительное обезвоживание, сохраняя жизнеспособность. Такое состояние, при котором жизнедеятельность резко затухает, но жизнеспособность сохраняется, называют *анабиозом.* Помимо обезвоживания, состояние анабиоза может вызвать понижение температуры. Анабиозу подвержены микроорганизмы, растения умеренного и холодного климата, многие животные как беспозвоночные, так и позвоночные. У многих видов анабиоз — нормальный этап жизненного цикла.

Это биологическое приспособление к перенесению неблагоприятных для жизнедеятельности условий (например, зимой) или к распространению в пространстве (например, в форме спор или семян).

В понимании системной организации биохимических процессов важное место принадлежит принципу регулирования на основе *обратной связи.* Под обратной связью понимают воздействие результатов функционирования системы на характер этого функционирования. В биохимических процессах обратная связь выражается в воздействии продуктов реакции на ход этой реакции. Особое значение в живых системах имеет отрицательная обратная связь, ослабляющая течение биохимического процесса под действием его продукта. Отрицательная обратная связь стабилизирует функционирование системы, делает ее работу устойчивой.

Следует, однако, иметь в виду, что устойчивость биохимической системы организма не абсолютна. Напротив, такую систему можно характеризовать как находящуюся в состоянии устойчивого *неравновесия.* Один из видных теоретиков биологии, советский и венгерский ученый Э. С. Бауэр (1890—1942), сформулировавший принцип устойчивого неравновесия живых систем и построивший на нем концепцию теоретической биологии, писал: «Всем живым существам свойственно, прежде всего, самопроизвольное изменение своего состояния, т. е. изменение состояния, которое не вызвано внешними причинами, лежащими вне живого существа...» (Бауэр, 1935. — С. 22).

Закон системной организации биохимических процессов логически связан с рассмотренными ранее законами биологической эволюции и индивидуального развития организма, так как системная организация познается исходя из принципа развития. Пониманию этого закона должен способствовать также анализ генетико-кибернетической сущности жизни, к которому мы переходим в следующем разделе.

Генетико–кибернетическая сущность жизни

В обширной области генетики и биологической кибернетики мы попытаемся выделить основные обобщения, без которых невозможно построить современную теорию общей биологии. Рамки генетики ограничены изучением наследственности и изменчивости. Что же касается *биологической кибернетики,* то ее границы более неопределенны. Оперируя понятиями управления и информации, биологическая кибернетика касается таких областей биологии, как генетика, эволюционная теория, физиология, биохимия, биогеоценология.

Как и в предыдущих главах, мы формулируем сделанные выводы в виде двух законов.

Закон информационной обусловленности биологических явлений, или закон Уоддингтона

1. Системно-регуляторные факторы, определяющие развитие и жизнедеятельность организма, факторы, контролирующие процессы обмена веществ и энергии, можно рассматривать как совокупность *управляющих сигналов,* несущих *информацию о* данной живой системе и окружающей среде. В зависимости от источника поступления следует различать *генетическую* (внутреннюю) и *экологическую* (внешнюю) информацию. В совокупности они составляют *биологическую информацию* организма как открытой системы, являющейся результатом эволюции.

2. На основе генетических и биохимических исследований были выявлены вещества — основные носители биологической информации, которые можно назвать *информатидами,* или *семантидами.* К ним относятся высокоспецифические полимерные вещества, в первичной структуре которых заключена информация, определяющая *признаки* и свойства организма. Информатиды принадлежат к нуклеиновым кислотам (ДНК, РНК) и белкам.
3. Перенос информации с помощью информатид осуществляется путем их воспроизведения на основе матричного синтеза и передачи от материнских клеток к дочерним или по иным каналам связи. При этом возможен перенос информации с ДНК на ДНК *(репликация),* с ДНК на РНК *(транскрипция), с* РНК на ДНК *(обратная транскрипция),* с РНК на белки *(трансляция).* Обратная трансляция, т. е. передача структурной информации с белков на РНК или ДНК, по всей вероятности, невозможна, как и синтез белка в организме, вне процесса трансляции,
4. В типичном случае первичные информатиды (ДНК) выполняют функции передачи генетической информации последующим поколениям, а также переноса ее на РНК. Промежуточные информатиды (РНК) обеспечивают передачу информации ос ядра к рибосомам и специфический биосинтез белков. Роль последних как конечных информатид проявляется в реализации генетической и экологической информации в свойствах и признаках организма.
5. Экологическая информация оказывает адекватное воздействие на белки-информатиды, что наблюдается в таких фактах, как образование *адаптивных ферментов* и *антител.* У большинства видов животных экологическая информация воспринимается также через нервную систему, определяющую их целостность. При этом роль носителей информации, т. е. информатид, играют *нейроны* (нервные клетки).
6. Возникающие в структуре ДНК спонтанные изменения *(мутации)* могут быть стимулированы внешними воздействиями и, если не приводят к летальным последствиям, передаются потомству, составляя элементарный материал эволюции. Биологические популяции содержат резерв разнообразных мутаций, находящихся в рецессивном, подавленном состоянии. При повышении концентрации этих мутаций в популяции создаются условия для их проявления и включения в процесс естественного отбора.

Один из основоположников теоретической биологии, английский ученый Конрад Хэл Уоддингтон (1905—1975) считал необходимым в определение сущности жизни ввести понятие информации, широко интерпретированное им. Биологическая информация — это отпечаток наследственных свойств и условий онтогенетического развития организма в структуре его информатид, запоминающих устройствах нервной системы и, возможно, иных системно-регуляторных факторов. Исходную программу развития организма составляет генетическая информация, закодированная в структуре ДНК. В ходе развития на эту программу наслаивается экологическая информация, которая программирует ход дальнейшего развития в границах, определяемых наследственностью. Эти границы составляют так называемую норму реакции, изменение которой обусловливается мутациями, затрагивающими структуру ДНК.

Понятие экологической информации наиболее отчетливо выявляется на примерах, связанных с воздействием внешней среды на память животных, т. е. на запоминающие механизмы их нервной системы. В более широком плане понятие экологической информации можно иллюстрировать на примере восприятия организмом биогеоценотических факторов. Напомним, что в отличие от компонентов биогеоценоза его факторы не привносят вещество и энергию, однако существенно влияют на его компоненты. Такие факторы, как температура, чередование дня и ночи, гравитация, рельеф местности и т. п., — наглядный пример факторов биогеоценоза, которые воздействуют на организм в ходе его онтогенеза и представляют элементарные источники экологической информации. Особую группу источников экологической информации составляют биотические факторы развития организма, выявляемые, например, во

взаимоотношениях хищника и жертвы, насекомоопыляемых растений и их опылителей и т. п.

В понятие источников экологической информации входит также состав питательных веществ и особенности энергетических ресурсов, используемых организмом в процессах его развития и метаболизма. Об этих компонентах среды можно без иносказаний утверждать, что они ассимилируются организмом, представляя входящий поток экологической информации. Наконец, к источникам экологической информации следует также отнести внешние факторы отрицательного значения: источники болезней, различных повреждений и физиологических нарушений, токсические вещества и т. п.

Рациональный смысл истолкования всех вышеуказанных экологических факторов развития и существования организма как элементарных источников информации, т. е. источников информационных сигналов, обусловлен тремя обстоятельствами. Во-первых, тем, что все эти факторы являются не только условиями реализации генетической программы, но и элементами онтогенетического программирования дальнейшего развития и существования организма. Во-вторых, генетическая информация по своей содержательной сущности в значительной мере может быть соотнесена с экологической информацией. Ведь и та и другая в их взаимодействии обусловливают одни и те же группы признаков и свойств целостного организма. В-третьих, в ходе исторического развития через механизм естественного отбора экологическая информация отражается в генетической, которая представляет, таким образом, ее отпечаток.

Первичность отражаемого объекта и вторичность его отражения — основополагающий принцип материалистической диалектики. Этому принципу вполне отвечает трактовка генетической информации конкретного организма как отражения экологической информации, накопленной в процессе естественного отбора филогенетического ряда его предков.

Вхождение экологической информации в филогенез, который кодирует себя в генетической информации, происходит в процессе естественного отбора мутаций и рекомбинаций, т. е. на популяционном уровне. Совершенно иной механизм вхождения экологической информации в онтогенез. Этот процесс происходит на организ-< менном, клеточном и молекулярном уровнях и носит не эволюционно-генетический, а физиолого-биохимический характер.

В настоящее время еще нет законченной общебиологической теории этого процесса. Однако широко признается, что он не затрагивает первичную структуру ДИК и РНК- Что касается структуры белков, в том числе, возможно, в какой-то мере и их первичной структуры, то под непосредственным воздействием источников экологической информации она может меняться адекватным образом. Об этом свидетельствует такой факт, как образование адаптивных ферментов в результате изменения состава питательной среды в культурах микроорганизмов. У высших организмов о молекулярных изменениях I, специфическом синтезе белков под действием экологической информации ^свидетельствует индуцированное образование антител. При этом иногда могут образоваться белки (ферменты и антитела) заведомо новой структуры, совсем не характерной для предшествующих поколений организма, подвергаемого воздействию принципиально новой экологической информации. Такие случаи отмечаются при введении в состав питательной среды микроорганизмов нового искусственно синтезированного вещества, разлагаемого под действием индуцированного им фермента. Сходное явление может наблюдаться при использовании искусственных антигенов, не имеющих аналогов в природе и индуцирующих образование специфических к ним антител.

Элементарный механизм вхождения экологической информации в онтогенез через запоминающие механизмы нервной системы — образование условных рефлексов. Безусловные рефлексы — пример вхождения экологической информации в филогенез.

Закреплению в филогенезе подлежат лишь те мутации, которые обеспечивают изменения нормы реакции, соответствующие изменениям в экологической информации. Поэтому филогенетическая изменчивость идет в направлении отбора, и таким образом экологическая информация преобразуется в генетическую.

Закон дискретности и непрерывности биологической информации, или закон Моргана—Эфрусси

1. Расчлененность наследственного основания на гены, соединенные в группы сцепления — хромосомы, а генов — на нуклеотидные триплеты, молекулярно-дискретная организация и качественная определенность белков организма как конечных информатид, обусловленность нервной деятельности отдельными рефлексами — все это выражает *дискретность* (прерывность) биологической информации.
2. Внутреннее единство, целостность биологической информации любого организма, несводимость этой информации к простой сумме ее элементарных единиц выражают свойство ее *непрерывности.* В конкретной экспрессии (реализации) биологической информации ее дискретность и непрерывность проявляются одновременно, обусловливая единый процесс информационной детерминации (определения) развития и функционирования организма.
3. Отдельные стороны этого процесса составляют *генная, геномная* и *надгеномная* (эпигенетическая) детерминации. Любой признак организма при учете его полной причинно-следственной обусловленности определяется взаимодействием все/: этих сторон, в чем конкретно и проявляется единство дискретности и непрерывности биологической информации.

Раскрытие дискретных свойств наследственного основания стало возможным благодаря созданию хромосомной теории наследственности и выяснению природы ДНК. Крупнейшим этапом в этом направлении исследований были работы Томаса Хаита Моргана (1866—1945) и его школы. С другой стороны, изучение биохимической природы действия гена на признаки организма стало необходимой предпосылкой установления связи генетики с биологией развития, без чего невозможно раскрыть непрерывность биологической информации.

Одним из первых ученых, исследовавших генетический контроль биохимических процессов, был Борис Эфрусси, работы которого позволили на некоторых конкретных примерах показать связь гена с морфологическими признаками через контроль синтеза определенных веществ. Закон дискретности и непрерывности биологической информации, или закон Моргана—Эфрусси, отражает оба эти направления исследований. Они привели к формированию современной генетики и биологии индивидуального развития, раскрывающих дискретность ч непрерывность биологической информации на молекулярном, клеточном и организменном уровнях.

Дискретность генетической информации как выражение действия отдельных генов наглядно проявляется при внутривидовой гибридизации в комбинировании альтернативных признаков исходных форм у расщепляющегося потомства. Однако в ходе развития генетики выяснилось, что один ген может определять ряд признаков и, в свою очередь, один признак может определяться многими генами. Это создало предпосылки для дополнения концепции генной детерминации представлением о целостной геномной детерминации, раскрывающей свойство непрерывности генетической информации.

Если отдельный ген может определять, допустим, окраску цветка, то нельзя забывать, что для осуществления этой генной детерминации как минимум необходимо, чтобы этот цветок сформировался в процессе онтогенеза растения. Л это уже проявление действия многих генов, т. е. геномной, а также и надгеномной детерминации, зависящей от вхождения в онтогенез экологическиfi информации. Идея геномной детерминации может считаться важным принципом современной генетики, противостоящим упрощенному

представлению об организме как мозаичной сумме независимых признаков, определяемых независимыми друг от друга генами.
Надгеномную (эпигенетическую), или фенотипическую, детерминацию по традиции большинство генетиков резко обособляют от геномной и генной. Такое обособление, однако, кажется не вполне правомерным. Ведь генетическая информация реализуется только в единстве с экологической информацией, поступающей в данный организм в процессе его индивидуального развития. Это соображение приводит многих биологов к выводу, что разграничение понятий *генотип* и *фенотип* при конкретном исследовании реальных фактов детерминации развития целостного организма не должно абсолютизироваться.
Помимо других взаимосвязей между законами теоретической биологии, следует особо отметить частичную обусловленность закона Моргана — Эфрусси законом Дриша, поскольку в непрерывности биологической информации проявляется целостность онтогенеза. Что же касается дискретности биологической информации, то, кроме законов эволюции, это ее свойство обусловлено биохимическими законами, проявляющимися в особенностях строения информатид, расчленяемых на гены и иные структурные элементы закодированной в них информации. Таким образом, закон Моргана — Эфрусси не только эмпирическое обобщение, но в какой-то мере к логическое следствие других законов теоретической биологин.

Человек и жизнь планеты

Биологическая природа человека, его происхождение и место в таксономической и геобиологической системах органического мира, факторы эволюции человека, особенности строения, функций и индивидуального развития человеческого организма, генетика человека, проблемы патологии и другие медицинские аспекты изучения человека, расовое и антропологическое разнообразие людей — таков неполный перечень проблем естественнонаучного изучения человека.
Познание природы человека включает также широкий круг направлений в области исследования его социальной и духовной жизни, развития его интеллектуальной и предметной деятельности. Таким образом, человек — объект исследования широкого круга биологических, медицинских, общественных и гуманитарных дисциплин, формирующих комплексную науку о человеке — *гуманистку*.
Изучение человека методами разных наук в целях комплексного его познания в последнее время привлекает особое внимание ученых. Показательны в этом отношении встречи и научные конференции философов, биологов, обществоведов, ученых других специальностей, посвященные проблеме изучения человека. Многие считают, что настало время объединить усилия разных наук по изучению человека в рамках единой комплексной программы, чему служит организация в СССР специального Института человека.
В комплекс наук, изучающих данную проблему, входит и теоретическая биология, одна из важных задач которой — установление основных законов, касающихся эволюции человека, его биологической природы и планетарной роли. В настоящее время в рамках теоретической биологии можно выделить два крупнейших обобщения в этой области. Закон ведущей роли труда в становлении и развитии человека, или второй закон Энгельса, и закон биосферной роли разума, или второй закон Вернадского.
Человек — часть и продукт развития не только природы, но и общества, и названные законы одновременно принадлежат к биологическому и общественному циклам наук, т. е. их в равной мере можно назвать и биологическими и общественными законами.

Закон ведущей роли труда в становлении и развитии человека, или второй закон Энгельса

1. Эволюция обезьяноподобных предков современного человека привела к возникновению вида Homo sapiens — человек разумный. Ведущую роль в этом процессе играла трудовая деятельность доисторических предков человека, предпосылкой которой был переход к прямохождению с освобождением передних конечностей от функции передвижения.
2. Трудовая деятельность, которая началась с изготовления орудий труда, привела к эволюционному преобразованию руки, возникновению членораздельной речи, развитию мозга и высшей нервной деятельности со второй сигнальной системой, другим морфофизиологическим изменениям, характеризующим облик и особенности строения современного человека. Все эти изменения происходили в условиях перехода предков человека от биологических форм совместного существования к социальным.
3. В ходе *антропогенеза* роль естественного отбора постепенно уменьшалась, а роль труда и его общественного характера, роль сознания и речи возрастала. В итоге биологические закономерности эволюции предков современного человека в конце концов были замещены закономерностями социальными, а природа человека обогатилась социальным содержанием, которое и определяет его общественную сущность.
4. Способность к труду не предопределена генетически, а развивается на базе врожденных особенностей в процессе обучения, выполнения трудовых операций, обмена опытом между людьми. Труд — основа существования и развития человеческого общества и каждого человека.

В истории науки об антропогенезе формированию представлений о ведущей роли труда в становлении и развитии человека предшествовало обоснование концепции животного происхождения человека. По своей сути эта концепция отвергает религиозную веру в сотворение человека богом и является естественным развитием теории биологической эволюции. Ученые давно установили, что по своему строению, функциям и эмбриональному развитию человеческий организм во многом подобен организму млекопитающих животных, особенно высших обезьян. Это дало основание еще Линнею при разработке классификации животных включить в группу приматов вместе с обезьянами и полуобезьянами человека.

Сходство человека с животными, особенно с человекообразными обезьянами — шимпанзе, гориллой и орангутаном, — проявляется в строении скелета, внутренних органов, органов чувств. Человек и обезьяны сходны в выражении эмоций — радости, гнева, печали. Для обезьян характерны те же четыре группы крови, что и для человека, имеются общие инфекционные болезни и паразиты, весьма близки морфологические особенности хромосомного аппарата. О животном происхождении человека свидетельствуют также *рудиментарные органы,* например, червеобразный отросток слепой кишки, а также случаи *атавизма:* чрезмерного развития волосяного покрова, образования хвоста, дополнительных сосков.

Вместе с тем человеческий организм качественно отличается от организма обезьян, что выражается в пропорциях и особенностях скелета, связанных с прямохождением, в строении рук, стопы, в значительно меньшем развитии волосяного покрова и, наконец, — что особенно важно — в развитии головного мозга и его полушарий, поверхность которых у человека примерно в 3,5 раза больше, чем у обезьян.

Жан Батист Ламарк первым выдвинул идею о происхождении человека от обезьяноподобных предков. Он указал на значение перехода предков человека от древесного образа жизни к прямохождению, изменившему строение их тела. В формировании человека он придавал важное значение также развитию речи, считая, что ее появлению способствовал стадный образ жизни предков человека.

Дарвин, развивая свое эволюционное учение, пришел к выводу, что человек — продукт и высшее звено эволюционного процесса. В книге «Происхождение человека и половой отбор» (1871) Дарвин обосновал представление о происхождении человека от

обезьяноподобных предков, указав при этом на значение социальных факторов в антропогенезе. Особое внимание он уделял изучению сходства обезьян с человеком в выражении эмоций.
Значение социальных факторов антропогенеза глубоко исследовано Энгельсом в его работе «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека» (1896). В этой работе показано, что трудовая деятельность, началом которой стало изготовление орудий труда, была ведущим фактором формирования человека. Именно эта деятельность определила создание человеческого общества, развитие сознания и членораздельной речи. Труд и названные здесь социальные факторы постепенно оттеснили естественный отбор в человеческих популяциях. Они стали основными движущими силами эволюции человека, определившими характер преобразований человеческого организма, включая его психическую деятельность со способностью к абстрактному мышлению.
Антропологические и археологические исследования подтвердили взгляды Дарвина о происхождении человека от обезьяноподобных предков и теорию Энгельса о ведущей роли труда в процессе антропогенеза. Были обнаружены костные остатки предков человека — питекантропа, синантропа, гейдельбергского человека, неандертальца и других, а также первого из современных людей — кроманьонца, изображенного на обороте обложки в момент охоты. Вместе с костями найдены орудия труда, совершенствование которых прослежено на находках, относящихся к разным эпохам.
В широком философском плане ценность теории Энгельса состоит не только в выявлении движущих сил предыстории современного человека и человеческого общества, но и в том, что в ней утверждается идея взаимовлияния труда и мышления, единства трудовой и интеллектуальной деятельности. Эта идея имеет принципиальное значение для осмысления и претворения в жизнь учения Вернадского о биосферной роли разумной деятельности человека. Именно это учение составляет основу тех обобщений, которыми мы завершаем изложение законов теоретической биологии.

Закон биосферной роли разума, или второй закон Вернадского

1. В ходе формирования и развития человеческого общества и расширения хозяйственной деятельности человека закономерно углублялось и усиливалось его воздействие на биогеоценозы и биосферу в целом. Это воздействие проявлялось в окультуривании природных ландшафтов. Расчищали леса под пашню, осушали болота, орошали земли. Создавались агробиоценозы, развивались водное, лесное, охотничье и рыбное хозяйства.
2. С развитием промышленности и интенсификацией сельского хозяйства воздействие человека на биосферу возрастало. Во многих случаях это сопровождалось ухудшением экологической обстановки в связи с загрязнением природной среды промышленными отходами и хищническим использованием природных богатств: лесов, рыбных, охотничьих, почвенных и водных ресурсов.
3. Ухудшение экологической обстановки под воздействием неразумной хозяйственной деятельности закономерно приводит к деградации биогеоценозов. В результате эрозии почв, загрязнения земель и водоемов снижается биологическая продуктивность, исчезают редкие биологические виды, и в итоге всего этого нарушается хрупкая структура биосферы с отрицательными последствиями для человека и природы.
4. Для сохранения и развития цивилизации необходимо воспрепятствовать деградации биосферы и перевести ее в качественно новое состояние — *ноосферу,* т. е. сферу разумной деятельности человека. Этому будут способствовать меры: а) разумно организованная система охраны природы и возобновления биологических ресурсов; б) рациональное ведение и природоохранное регулирование сельского, водного, лесного, охотничьего и рыбного хозяйств; в) повсеместное применение в промышленности безотходных технологий, основанных на глубокой переработке сырья, утилизации

отходов, герметизации производственных емкостей и полной очистке стоков и газопылевых выбросов.

5. Особенно опасными последствиями для биосферы и существования человечества чревата милитаризация экономики и гонка атомных вооружений. Научный анализ показал, что развязывание атомной войны привело бы человеческую цивилизацию к гибели. Поэтому для человечества нет более важной задачи, чем предотвращение такой угрозы.

Вернадский выдвинул идею о неизбежности перехода биосферы в качественно новое, высшее состояние — ноосферу, т. е. в буквальном переводе — сферу разума. Под ноосферой он подразумевал биологическую оболочку Земли, закономерно претерпевшую положительные качественные изменения механизмов своего возобновления благодаря разумной деятельности человека. Возникновение ноосферы не стихийный результат развития производительных сил, ибо такой результат выражается главным образом в деструктивных, отрицательных изменениях биосферы. Положительные изменения биосферы выражаются в улучшении экологической обстановки в глобальном масштабе. Они возможны лишь при условии, что экологическим аспектам развития промышленности и народного хозяйства в целом придается приоритетное значение по сравнению с чисто экономическими сиюминутными выгодами.

Формирование ноосферы — одна из глобальных задач человечества на современном этапе его развития. Человек — часть природы, и осознание этой истины помогает людям глубже понять их роль и ответственность перед грядущими поколениями за уникальные природные богатства, которые даны нам в биосфере и которые мы должны не только сохранить, но и приумножить.

Решению экологических задач, направленных на формирование ноосферы, способствуют законодательные меры по Охране природы и организация контроля за их соблюдением. В этой связи большую роль в нашей стране призваны играть Госкомитет по охране природы, эпидемиологическая служба Министерства здравоохранения, другие органы государственной власти, осуществляющие экологический контроль за деятельностью предприятий и министерств. Помимо мер экологического законодательства и контроля, необходимо повышение экологической культуры общества, что требует улучшения экологического образования и воспитания в средней и высшей школе.

Формирование ноосферы — объективный закон развития природы и общества. Однако в его реализации весьма велика роль субъективного фактора. Поэтому высокое чувство ответственности за состояние окружающей нас природы — один из важнейших показателей, характеризующих нравственный и интеллектуальный уровень современного человека.

Ступени восхождения:

«Вперед, то под гору, то в гору
Бежит прямая магистраль,
Как разве только жизни в пору
Все время рваться вверх и вдаль».
Б. ПАСТЕРНАК

Примечания:

[1] Энгельс Ф. Диалектика природы. Маркс К. и Энгельс Ф. / Соч. — Т, 20. — С. 610.
[2] Мостепаненко М. В. Материалистическая сущность теории относительности Эйнштейна. — М.: Соцэкгиз, 1961. — С. 138.
[3] Энгельс Ф. Диалектика природы. — С. 616,