

Э. Либберт

Основы общей биологии

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 57
ББК 28
Э1

Э1 **Э. Либберт**
Основы общей биологии / Э. Либберт – М.: Книга по Требованию, 2024. –
438 с.

ISBN 978-5-458-36177-4

Книга ученых из ГДР под общей редакцией Э. Либберта, уже известного советскому читателю. В книге в систематической форме даются основные сведения по общим вопросам биологии (особенности организации живой материи, обмен веществ, генетический код, наследственность и изменчивость, процессы размножения, эмбриогенез, регуляторные механизмы, поведение животных, эволюция, экологические взаимоотношения). Предназначена для биологов всех специальностей, студентов университетов медицинских, сельскохозяйственных и ветеринарных институтов, преподавателей биологии средних школ и специалистов смежных областей.

ISBN 978-5-458-36177-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА ПЕРЕВОДА

Книга Либберта представляет собой весьма своеобразный труд, преследующий, казалось бы, неосуществимую задачу: в ограниченном объеме текста подытожить вырисовывающиеся к настоящему времени основные положения общей биологии во всем их многообразии и широком диапазоне уровней — от в известной степени общего понятия о жизни и живой материи вплоть до наиболее широкого охвата, присущего современной экологии, т. е. до представления о единстве живого мира и окружающей среды. Если позволительно в тексте предисловия воспользоваться шутивым оборотом речи, то можно бы сказать, что предлагаемый читателю труд как бы опровергает известный афоризм Козьмы Пруtkова: «Никто не обвинит не-объятного». Авторскому коллективу, участвовавшему (под общим руководством проф. Либберта) в составлении данной книги, это в значительной степени удалось. На всем протяжении книги сохранены лаконичный язык изложения, четкость выводов, лапидарность многих формулировок, отчетливое разграничение того, что твердо установлено, от того, где еще существует различие в мнениях. Это отражено в самом названии книги в ее немецком оригинале — «Kompendium», что не имеет точного русского эквивалента и объединяет значение слов «сгусток», «сжатый итог», «сводка». Как правило, подчеркивает проф. Либберт, это не материал для легкого, беглого чтения, а «рабочая» книга, как бы конденсат того, что обычно растягивается на целую серию томов.

О полезности и широком использовании книги Либберта говорит быстро завоеванная ею популярность в стране первоначального появления — в ГДР, где она выходит уже четвертым изданием, с корректурных листов которого и сделан данный перевод. Таким образом, оригинал и перевод должны появиться в одном и том же 1982 году. Это обеспечивает наиболее полное соответствие содержания самым последним шагам науки на пути изучения живого мира.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНИЮ

Авторы благодарны читателям первых изданий этой книги за многочисленные отклики, подтвердившие верность избранного нами пути и давшие, кроме того, необходимый стимул к переработке книги. Значительному изменению с учетом новейших данных подверглись в основном главы о строении и метаболизме клетки, о реализации генетической информации и о наследственных изменениях. Содержание книги расширено: более подробно освещены строение и функции отдельных организмов и их многообразие, что привело прежде всего к увеличению объема главы «Организм». Данный в приложении обзор растительного и животного царств должен не только продемонстрировать разнообразие живого, но и облегчить читателю выяснение того, какое место в системе организмов занимает та или иная группа растений или животных, упомянутая в книге. Введен ряд новых разделов, в том числе о регенерации, старении, клонировании, а также о молекулярной эволюции. Многочисленные пожелания читателей особенно полно учтены в новом разделе «Человек и окружающая среда» и в значительно расширенном и переработанном разделе «Поведение».

Мы благодарны издательству «ФЕБ Густав Фишер», в особенности Йоганне Шлютер, за внимательное отношение к нашим пожеланиям, за предоставление возможности увеличить объем книги и за ряд полезных указаний. Мы также благодарны нашему постоянному иллюстратору Инге Дути, которая заново выполнила или улучшила более половины всех рисунков, Кресте Бухте и Эльфриде Фишер за перепечатку рукописи и чтение корректур и — не в последнюю очередь — всем, кто помог нам критикой и предложениями.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Уже давно преподавание биологии в высшей школе начинают не с ботаники и зоологии, а с общей биологии. Однако соответствующей литературы на немецком языке не хватает. Восполнить эту нехватку и должна настоящая книга. Она послужит введением в биологию для изучающих эту науку, а также биохимию, медицину и фармакологию, сельское хозяйство и ветеринарию, да и для всех интересующихся биологией. Кроме того, она послужит источником информации и пособием для студентов всех курсов, которым нужно будет освежить в памяти основы важнейших общебиологических дисциплин.

Книга охватывает те аспекты, которые, по субъективному мнению авторов, имеют общее значение по крайней мере для большей части живых существ. Мы не ввели отдельных глав по микробиологии, ботанике или зоологии, а вместо этого старались во всех главах выдвинуть на первый план все общезначимое, объединяющее. Мы не приводим здесь планов строения и описаний отдельных групп организмов — ничего такого, что относят не к общей, а к частной биологии.

Мы старались равномерно распределить акценты, но вместе с тем сочли необходимым пойти на некоторый компромисс с обычными программами высшей школы. Так, поскольку в начале обучения в центре внимания стоит клетка, соответствующая глава сделана особенно подробной. Но книга не рассчитана на какую-то одну из существующих программ и ее содержание нигде не совпадает с какой-то определенной лекцией. Тем не менее мы надеемся, что каждый студент сможет найти в этой книге все существенное, что обычно включают в лекции по общей биологии. В этом смысле книга — не учебник, а рабочее пособие.

Авторы отдельных разделов: Э. Гюнтер (гл. 5, 6, 10), Л. Кемпфе и Э. Гюнтер (гл. 11), Э. Либберт (введение, гл. 2, 3, 4), Э. Либберт и Х. Пенцлин (гл. 7), Х. Й. Мюллер (гл. 12), Х. Пенцлин (гл. 1, 8, 9). Используя многообразные формы сотрудничества, редактор и авторы старались сделать различные главы хорошо согласованными и составляющими цельную книгу.

Я благодарен авторам за их готовность к совместной работе, за то, что они с пониманием относились к моим замыслам при работе над рукописью, за подчинение индивидуальных

вкладов идее общего труда. Я признателен Инге Дути из Ростка за тщательное исполнение рисунков. Я благодарен издательству «ФЕБ Густав Фишер» и особенно Иоганне Шлютер за чрезвычайно плодотворную помощь.

Редактор и авторы старались приспособить книгу к запросам тех, для кого она предназначена. Поэтому мы надеемся на сотрудничество многочисленных читателей и приглашаем их к сотрудничеству! Я заранее благодарен каждому, кто напишет мне, чтобы помочь авторам и редактору конструктивной критикой, идеями и предложениями по улучшению этой книги.

Росток, февраль 1975 г.

Э. Либберт

ВВЕДЕНИЕ

Биология (от греч. *биос* — жизнь и *логос* — слово) — это наука о живых системах.

Дословный перевод «наука о жизни» был бы не совсем правильным, ибо «жизнь» не существует сама по себе — это лишь специфическое свойство определенных систем, называемых «живыми».

Живое отличается необычайным разнообразием, оно представлено неисчислимым множеством видов живых существ. На Земле известно более 3000 видов прокариот (бактерий и синезеленых водорослей), более 450 000 видов растений и более 1,2 млн. видов животных. Выявление и объяснение общего, одинаково верного для всего многообразия организмов — задача общей биологии.

К признакам живых систем относится их типичный химический состав, для которого характерно присутствие **нуклеиновых кислот и белков**, т. е. макромолекул, состоящих из аperiodически соединенных мелких субъединиц и поэтому намного превосходящих по своему разнообразию весь мир живых существ. В организме макромолекулы постоянно синтезируются заново и распадаются (оборот, или обновление). Такого рода **обмен веществ** — важный признак живых систем — делает необходимыми механизмы для использования внешних источников энергии (либо богатых энергией веществ, т. е. пищи, либо света), поскольку процессы синтеза требуют расхода энергии. Поэтому живые системы — это **открытые системы**, через которые проходят потоки вещества и энергии; эти системы находятся в динамическом стационарном состоянии, но в то же время ограничены от окружения структурами, которые затрудняют обмен веществами, сводят к минимуму потери веществ и служат для поддержания пространственного единства системы. Эта обособленность, или индивидуализация, начинается на клеточном уровне — клетка ограничена мембраной — и продолжается дальше у многоклеточных организмов, которые, будучи отдельными особями, ограничены от окружающей среды покровными тканями.

Многообразие различных метаболических реакций делает необходимым разграничение пространств, в которых они происходят (компартиментализацию). Так, уже в клетке присутствие внутренних мембран ведет к обособлению различных орга-

нелл: **структурная сложность** живого начинается с макромолекул, продолжается на уровне таких структур, как мембраны и органеллы, а далее клетки и — у многоклеточных организмов — ткани, органы, системы органов, вплоть до целых организмов (особей). В конце концов, на надорганизменном уровне, она приводит к образованию сложных сообществ организмов (биоценозов), в основе которых лежат многообразные взаимодействия и взаимозависимости между особями одного вида и разных видов.

Процессы обмена веществ регулируются с помощью особого **биологического катализа** (катализаторами служат белки). Для сохранения живой системы важно, чтобы в процессе ее метаболизма синтезировались не любые макромолекулы (и обычные молекулы), а все время одни и те же. Это стало возможным благодаря удивительному изобретению природы — **матрицам**, которые состоят из нуклеиновой кислоты и представляют собой «чертежи» для синтеза видоспецифических молекул, т. е. содержат информацию о структуре этих молекул. Таким образом, матрицы служат для **воспроизведения** системы. Сама матрица (в отличие от всех других молекул) обладает способностью к идентичному самоудвоению (репликации) и тем самым обеспечивает способность к **самовоспроизведению** всей живой системы. Превышение синтеза молекул над их распадом приводит к росту, а затем, когда части организма отделяются от него, — к **размножению**. Так как матрица реплицируется **идентично**, размножение связано с **наследованием** специфических для системы признаков. Размножение необходимо для того, чтобы поддерживать существование систем данного типа: оно позволяет компенсировать или даже с избытком покрывать потери, приносимые разрушением (смертью) живых систем. У сложных (многоклеточных) организмов отделяющиеся при размножении части, как правило, малы (это одиночные клетки). Постепенно изменяясь в процессе индивидуального **развития**, они превращаются в новые, полностью сформированные системы того же типа.

Для поддержания неизменности живых систем даже в меняющихся условиях внешней среды необходимо внутреннее **регулирование** самых различных процессов, которое приводит к взаимной подстройке этих процессов и их подчинению единому порядку. Использование принципа **обратной связи** позволило создать кибернетические регулирующие системы для поддержания постоянства параметров внутренней, а иногда и внешней, среды (**гомеостаза**). Во всякой живой клетке, например, такие системы построены на химической основе, в целом животном организме — на нервной основе, а в сообществах организмов — на основе многообразных внутривидовых и межвидовых взаимодействий. Все эти системы способны к са-

морегуляции и являются самоорганизующимися системами высокой функциональной сложности.

Для жизни необходимо также целесообразное, т. е. способствующее сохранению системы, реагирование на воздействие внешней среды. Поэтому к признакам систем относятся также **способность отвечать на раздражение** (раздражимость) и **способность к движению**. Приспособляемость к внешней среде в больших масштабах времени основана на **наследственной изменчивости** организмов, т. е. на свойстве, противоположном способности к идентичному самовоспроизведению. Случайные ошибки при репликации матрицы делают возможным **отбор**, которому подвергаются измененные системы. Отбор — это оптимизирующее влияние внешней среды, он привел к образованию бесчисленных видов организмов из одного-единственного типа доисторической живой системы; это фактор **позитивной эволюции** организмов, их эволюционного изменения, при котором они всё лучше приспосабливаются к внешней среде, изменяющейся в ходе истории Земли.

Происхождение всех земных существ **от общего корня** подтверждается далеко идущими совпадениями в их самых фундаментальных особенностях. Это относится и к структурным признакам, например к строению определенных молекул нуклеиновых кислот или строению клетки, и к функциональным признакам, таким как общность путей метаболизма или единство генетического кода. Но надо помнить, что даже первые живые системы, возникшие из неживого, были уже продуктом какого-то развития.

Хотя все современные живые системы нашей планеты в результате миллиардов лет эволюции произошли из неживого, они резко отличаются от объектов физики — неживых систем. Это отличие состоит *не* в присутствии каких-то неуволимых метафизических свойств — все законы физики верны и для живого, — а в **высокой структурной и функциональной сложности** живых систем. Эта особенность включает все названные выше признаки и делает состояние жизни качественно новым свойством материи. Живые системы представляют собой особую **ступень развития (форму движения) материи**.

Уже своим характерным химическим составом (нуклеиновые кислоты и белки) земные организмы достаточно четко **отграничены** от неживого. Пограничное в некотором смысле положение занимают вирусы, происходящие от частей живых систем и состоящие из нуклеиновых кислот и белков, но не являющиеся живыми. Они способны размножаться только с помощью хозяина, проникнув в него и используя его метаболический аппарат. Исходя из этого, можно дать такое **определение живого**: **живыми называются такие системы, которые обладают нуклеиновыми кислотами и белками и способны сами син-**

тезировать эти вещества. Это определение неприменимо к древнейшим ступеням возникновения жизни, а также к существующим, возможно, внеземным живым системам, которые могут быть устроены иначе.

Другое определение основано на способности живых систем к **разделению энтропии.** Согласно второму закону термодинамики, в природе в целом и в каждой изолированной системе энтропия всегда увеличивается, а так как величина энтропии характеризует степень неупорядоченности, упорядоченность всегда уменьшается. Но живые системы, расходуя энергию, не только поддерживают присущее им состояние упорядоченности — степень организованности, но и еще увеличивают его, например при росте. Это означает, что в живых организмах энтропия уменьшается. И все же второй закон термодинамики остается верным, так как в результате жизнедеятельности организма в окружающей его среде прирост энтропии оказывается *больше*, чем ее уменьшение внутри организма (это и есть разделение энтропии). Ведь живые существа — не изолированные, а открытые системы.

Это позволяет сформулировать *определение живого* следующим образом: **живыми называются такие системы, которые способны самостоятельно поддерживать и увеличивать свою очень высокую степень упорядоченности в среде с меньшей степенью упорядоченности.**

Подразделение биологии на отдельные науки можно проводить по-разному. По предмету науки выделяют **микробиологию, ботанику и зоологию.**

Частная микробиология, ботаника или зоология занимается множеством отдельных видов и естественной системой их родства (**систематика, или таксономия**). **Общая микробиология, ботаника или зоология** по возможности абстрагируется от видовых особенностей организмов; главные ветви этих наук — **морфология**, изучающая структуру, и **физиология**, занимающаяся функциями организмов (физиология обмена веществ, роста, развития, движения, органов чувств). **Генетика** (учение о наследственности) вначале была ветвью физиологии развития, но сейчас в значительной мере приобрела самостоятельность.

В самых разных областях биологии (в таксономии, морфологии, физиологии, генетике и др.) все возрастает значение пограничных дисциплин, связывающих биологию с соседними науками, — **биохимии и биофизики.**

По изучаемому структурному уровню живого различают **молекулярную биологию**, затем учение о клетке, или **цитологию** (она включает цитоморфологию, цитофизиологию, цитогенетику и цитохимию), учение о тканях, или **гистологию**, учение об органах, или **органологию** (органографию и физиологию орга-

нов), **организменную биологию** (к ней относится, например, учение о поведении — **этология**) и **надорганизменную биологию**. Ветви надорганизменной биологии изучают распространение организмов (**биогеография**) и их взаимоотношения с внешней средой (**экология**). На самом низшем (молекулярная биология) и самом высшем (экология) уровнях этой системы наук границы между структурой и функцией, морфологией и физиологией стираются.

По преобладающим методам можно различать описательную (например, морфологию), экспериментальную (например, физиологию) и теоретическую биологию.

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ПРОБЛЕМЫ ЖИЗНИ

Издавна существуют две противоположные точки зрения в оценке явления жизни. Представители **механицизма** отвергают всякое противопоставление живого и неживого, исходя при этом из того, что биологические явления полностью объяснимы физико-химическими закономерностями. **Витализм** отрицает сводимость процессов жизни к физике и химии и полагает, что в живых существах присутствуют особые, отличные от физико-химических жизненные факторы, которые и придают живым организмам их целостность, упорядоченность и способность стремиться к определенным целям.

МЕХАНИЦИЗМ

Согласно Берталанфи, понятие «механицизм» используется для характеристики гносеологической точки зрения на проблему живого по меньшей мере в четырех различных смыслах:

1. Собственно **механицизм**. Попытки объяснить жизнь, исходя только из принципов ньютоновской механики. В таком смысле это слово теперь больше не употребляется.

2. **Механицизм как машинная теория**. Взгляд на жизненные процессы как на сумму изолированных физических или химических процессов, которые протекают на статичных, раз навсегда установленных структурах. Сегодня эту теорию никто больше не принимает всерьез. Она восходит к Декарту (1596—1650). Достигла наивысшего развития и завершения у натрофизиков (Борелли, Перро и др., 17-й век).

3. **Механицизм как физикализм**. Объяснение жизненных процессов на основе только физики и химии.

4. **Механицизм как каузализм**. Нет действия без причины. Термин больше не должен употребляться в этом смысле, так как современные виталисты уже не утверждают, что постули-

руемая ими «жизненная сила» нарушает принцип причинности.

Под впечатлением огромных успехов физики и химии во второй половине 19-го века утвердилось представление, согласно которому всем происходящим в органических телах управляют те же силы и законы, что и в неорганических. Участие в этом какой-то жизненной силы уже не признавалось (Теодор Шванн, Карл Людвиг, Герман Гельмгольц, Эрнст Геккель, Август Вейсман и др.). В книге Людвига Бюхнера «Сила и материя» (1855) говорится: «Таким образом, принцип жизни сводится к процессам обмена веществ, идущим по химическим, физическим и механическим законам. Правда, основательно изучена пока лишь очень малая часть этих процессов. Но этот недостаток наших знаний не дает нам права ссылаться на какую-то особую, действующую только в живых телах силу — ведь это всего лишь отговорка или способ скрыть от нас самих наше незнание».

В очень многих случаях удалось свести взаимосвязи и явления, свойственные жизни, к закономерностям физики и химии.

Механистические теории сильно стимулировали это причинно-аналитическое изучение отдельных процессов. Почему бы, говорили сторонники механицизма, нельзя было в дальнейшем объяснить подобным же образом, исходя из физики и химии, и саму основу жизни? «Нет причин считать, что живая материя подчиняется иным законам, чем те, которые управляют неживой материей, и есть достаточные основания полагать, что все поведение живой материи удастся теоретически объяснить средствами физики и химии» (Бертран Рассел, 1951). Если это так, то в один прекрасный день биология как самостоятельная наука исчезнет и, подобно химии, должна будет влиться в физику. Эрвин Шредингер (1946) пишет, что «живая материя, хотя она и не отклоняется от установленных к настоящему времени физических законов, вероятно, подчиняется и другим, еще не открытым физическим законам, которые, когда они будут ясно познаны, составят такую же неотъемлемую часть физики, как и первые».

ВИТАЛИЗМ

Разнообразные виталистические учения сходятся лишь в том, что органическое не полностью объяснимо физико-химическим, что на все происходящее в нем действуют еще и особые «жизненные» факторы («жизненные силы»).

Корни витализма, как и механицизма, уходят в классическую древность (Аристотель, 384—322 г. до н. э.). Для витализма нового времени (Г. Э. Шталь, 1660—1734) самое главное — душа, она управляет телом и не допускает его распада. В 18-м и 19-м веках сторонниками этого учения были прежде всего П. Ж. Бартес, К. Бишэ, затем К. Ф. Вольф, И. Ф. Блюменбах, Г. Р. Тревира-