

А. В. ТЕРЕМОВ, Р. А. ПЕТРОСОВА

# Биология

БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
СИСТЕМЫ  
И ПРОЦЕССЫ

# 10

КЛАСС

ГУМАНИТАРНЫЙ  
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР

**ВЛАДОС**

УДК 57(075.3)  
ББК 28я721-1  
Т35

**Теремов А.В., Петросова Р.А.**

**Т35** Биология. Биологические системы и процессы. 10 класс : учеб. для учащихся общеобразоват. учреждений / А.В. Теремов, Р.А. Петросова ; под ред. А.И. Никишова. – М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2012. – 223 с. : ил.

ISBN 978-5-691-01634-9  
Агентство СІР РГБ

УДК 57(075.3)  
ББК 28я721-1

ISBN 978-5-691-01634-9

© Теремов А.В., Петросова Р.А., 2011  
© ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2011  
© Оформление. ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2011

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Как пользоваться учебником .....	5
Введение .....	7
<b>Глава 1. Общее понятие о биологических системах и процессах .....</b>	<b>9</b>
§ 1. Организация биологических систем и их особенности .....	10
§ 2. Разнообразие биологических систем и процессов .....	16
<b>Глава 2. Химический состав и строение клетки .....</b>	<b>23</b>
§ 3. Цитология как наука .....	24
§ 4. Химический состав клетки. Вода и минеральные вещества .....	29
§ 5. Белки .....	34
§ 6. Липиды. Углеводы. Витамины .....	39
§ 7. Нуклеиновые кислоты. АТФ .....	45
§ 8. Строение и функции органоидов клетки .....	50
<b>Глава 3. Жизнедеятельность клетки .....</b>	<b>61</b>
§ 9. Первичный синтез органических веществ в клетке .....	62
§ 10. Процессы расщепления веществ в клетке .....	68
§ 11. Биосинтез белка .....	73
§ 12. Клеточный цикл и митоз .....	79
§ 13. Мейоз и образование гамет .....	85
§ 14. Неклеточные формы жизни – вирусы .....	92
<b>Глава 4. Строение и жизнедеятельность организмов .....</b>	<b>97</b>
§ 15. Организм как биологическая система .....	98
§ 16. Ткани и органы организмов .....	104
§ 17. Опора тела и движение организмов .....	112
§ 18. Питание и пищеварение у организмов .....	120
§ 19. Дыхание и транспорт веществ у организмов .....	125

§ 20. Выделение и защита у организмов . . . . .	131
§ 21. Раздражимость и регуляция у организмов . . . . .	137
§ 22. Размножение организмов . . . . .	143
§ 23. Рост и развитие организмов . . . . .	148
<b>Глава 5. Наследственность и изменчивость организмов. . . . .</b>	<b>153</b>
§ 24. Генетика как наука . . . . .	154
§ 25. Моногибридное скрещивание . . . . .	158
§ 26. Дигибридное скрещивание . . . . .	163
§ 27. Сцепленное наследование признаков . . . . .	170
§ 28. Генетика пола. . . . .	175
§ 29. Ненаследственная изменчивость . . . . .	180
§ 30. Наследственная изменчивость . . . . .	184
§ 31. Генетика человека . . . . .	191
<b>Глава 6. Селекция и биотехнология . . . . .</b>	<b>199</b>
§ 32. Селекция как процесс и наука . . . . .	200
§ 33. Методы и достижения селекции растений и животных . . . . .	207
§ 34. Биотехнология . . . . .	214
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>222</b>

## § 1.

ОРГАНИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Рассмотрите рисунок 1. Чем система отличается от ее частей и элементов? Вспомните основные отличия живых тел природы от неживых.

Живая материя на нашей планете существует в форме разнообразных *биологических систем* (*биосистем*) – клеток, организмов, популяций видов, биоценозов, биogeоценозов и биосферы. Они состоят из разных компонентов, отличаются друг от друга происходящими в них процессами и выполняемыми функциями. Вместе с тем организация биосистем подчинена общим принципам, определяющим их функционирование и развитие.

**Общее понятие о системе.** Термин «система» используется в разных областях науки. Согласно современным представлениям, *система* – есть совокупность

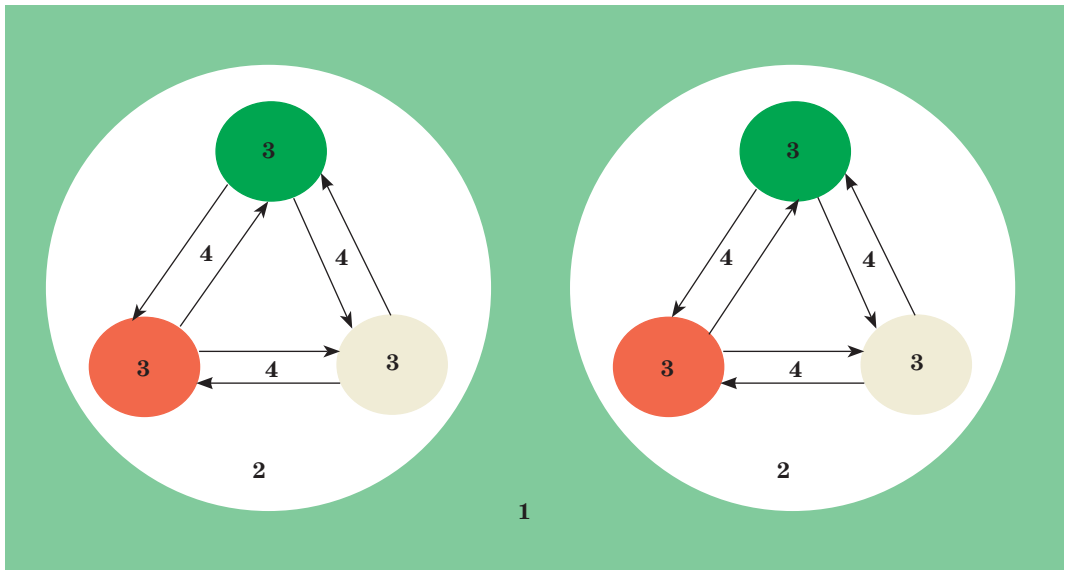


Рис. 1. Основные компоненты системы и связи между ними: 1 – система; 2 – подсистемы (части системы); 3 – элементы; 4 – связи между элементами и частями (структура системы);

элементов, находящихся во взаимодействии, и образующая единое и четко разделенное на части целое.

Выделяют разные типы систем: неорганические и органические, простые и сложные, естественные и искусственные, открытые и закрытые. Несмотря на большое разнообразие, в любых системах всегда присутствуют элементы, части (подсистемы) и связи между ними – структура системы (рис. 1).

*Элементы* – составные компоненты системы. Так, если в качестве примера системы рассмотреть клетку, ее компоненты (элементы системы) – атомы и молекулы входят в состав образующих клетку *частей (подсистем)* – органоидов. Благодаря органоидам клетка питается, дышит, делится и растет, т.е. ведет себя как целостное образование. Следовательно, атомы и молекулы – необходимые компоненты клетки, но не достаточные для нее как целостной системы. В клетке (как системе), кроме элементов должны обязательно присутствовать ее части – органоиды.

*Структура системы* – связи элементов в системе, обеспечивающие ее существование как целостного образования. В качестве примера, иллюстрирующего значение структуры, рассмотрим необычную портретную картину, выполненную в жанре маньеризма итальянским художником XVI в. Д. Арчимбольди (рис. 2). Эта картина состоит из овощей, фруктов, цветков, колосьев и др. При взгляде на нее с близкого расстояния видны лишь отдельные элементы, своеобразный натюрморт, который издали образует систему – аллегорический портрет, возникающий благодаря продуманной художником структуре – особому сочетанию формы и цвета, слагающих картину элементов.

**Принципы организации биологических систем.** Один из наиболее важных принципов организации биосистем – их *открытость* для поступающих извне веществ, энергии и информации (рис. 3). Почти все природные системы открытые. Согласно второму закону термодинамики – одного из фундаментальных законов физики, любая биосистема использует лишь часть общей энергии от поступающих в нее химических соединений. Эту часть энергии называют свободной. Остальная энергия рассеивается в виде тепла. Любая система характеризуется энтропией – мерой ее неупо-



Рис. 2. Джузеппе Арчимбольди. «Рудольф II в виде Вертумна», 1591 г.



Рис. 3. Открытость биологических систем для веществ, энергии и информации – одно из фундаментальных свойств живого



ПРИНЦИПЫ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
БИОСИСТЕМ

- ▶ открытость
- ▶ высокая упорядоченность
- ▶ оптимальность конструкции
- ▶ управляемость
- ▶ иерархичность

рядочности, отклонения реального процесса от идеального. Чем больше энтропия системы, тем меньше ее упорядоченность и количество свободной, т.е. доступной, энергии. Для уменьшения энтропии необходимо совершить работу (рис. 4). В неживых системах энтропия постоянно растет, а значит, увеличивается неупорядоченность системы, или хаос. Например, горные породы вследствие роста энтропии превращаются в песок, который перемещается водой, ветром и силой земного тяготения (рис. 5). Биологические, или живые, системы, наоборот: непрерывно совершают работу по уменьшению энтропии. При этом они увеличивают свою организацию, т.е. согласованность между образующими их частями и элементами, что позволяет системе эффективно использовать свободную энергию. Таким образом, биосистемы построены по принципу *высокой упорядоченности*, обеспечивающего эффективное использование поступающей в них энергии.

Высокая упорядоченность биосистем достигается через реализацию в их строении принципа *оптимальности конструкции*. Практически все биосистемы – результат естественного отбора, сохранившего в процессе эволюции наиболее удачные сочетания элементов и частей, образовавших как отдельные организмы, так и их совокупности – популяции и сообщества.

Принцип оптимальности конструкции наиболее отчетливо заметен в химическом составе тел организмов.



Рис. 4. Для наведения порядка на книжной полке необходимо затратить энергию и совершить работу, т.е. уменьшить энтропию системы – ее неупорядоченность

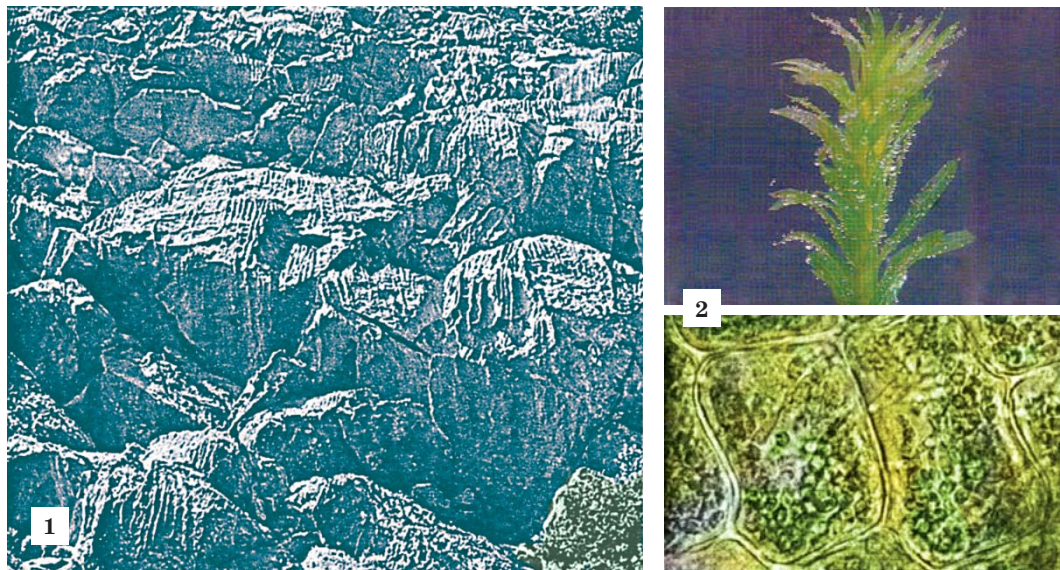


Рис. 5. Системы с разным уровнем упорядоченности: 1 – неживые тела природы (низкая упорядоченность); 2 – живые тела (высокая упорядоченность)

Так, из всех известных к настоящему времени в науке химических элементов в молекулах неорганических и органических соединений живого постоянно встречаются только 22 элемента. При этом 99% из них приходится на долю водорода, кислорода, углерода и азота. Биосистемы включают в свой состав наиболее легкие из элементов земной коры.

Примером реализации в биосистемах принципа оптимальности конструкции служит также экономия строительного материала. Следствие экономии – минимизация живого вещества. Так, вся наследственная программа одного человеческого организма зашифрована всего лишь в  $10^{-15}$  г ДНК, расположенных в ядре зиготы – оплодотворенной яйцеклетки. Если эту информацию перевести на язык слов, то для их записи на бумаге понадобится более 100 томов книг.

► Благодаря компактности биосистем создается колоссальный эффект усиления. Так, при переводе генетической программы с молекулярного уровня на уровень признаков взрослого организма увеличение информации достигает 22 порядков – величины, о ко-





Рис. 6. Переход организма от состояния бодрствования ко сну и обратно – пример управляемости биосистем

торой могут только мечтать специалисты по электронной технике. Один из создателей теории биологических систем – австрийский ученый Людвиг фон Бергаланфи (1901–1972) доказал, что благодаря миниатюрности внутриклеточных структур макроскопические параметры биосистем (размеры, скорость обмена веществ, солевой и газовый состав внутренней среды) остаются относительно постоянными, хотя непрерывно происходят разнообразные изменения ввода и вывода веществ, энергии и информации. ◀

Информации принадлежит ведущая роль в приспособлении биосистемы к изменениям среды. Посредством разнообразных сигналов (нервных импульсов, гормонов, ионов, звуков, запахов) биосистемы достигают согласованности в работе образующих их компонентов. Они максимально выгодно для себя используют вещества и энергию, поступающие из окружающей среды. Следовательно, биосистемы построены в соответствии с принципом *управляемости*, обеспечивающим ее переход из одного состояния в другое (рис. 6).

Практически все биосистемы обладают чрезвычайно сложным строением. В этом проявляется принцип *иерархичности*, т.е. соподчиненности элементов и час-

тей. Например, многоклеточный организм состоит из органов, тканей и клеток, образующих единое целое – самостоятельную биологическую систему. Согласованность работы частей этой системы достигается благодаря подчинению работы клеток – тканям, тканей – органам, органов – системе органов, систем органов – всему организму. Организмы, в свою очередь, образуют популяции, существующие по законам взаимовыгодных, нейтральных, или взаимовредных отношений между особями видов растений, животных, грибов и бактерий. Популяции образуют сообщества организмов – биоценозы, в которых биотические взаимоотношения объединены в единую вещественно-энергетическую сеть с неживой природой.

Итак, в биосистемах проявляются общие принципы организации открытых для веществ, энергии и информации высокоупорядоченных систем, обладающих четко выраженной структурой, т.е. связями между элементами и частями. Эти части способны к приспособительным изменениям, происходящим как в самой биосистеме, так и в окружающей среде, что лежит в основе адаптации живого к различным условиям среды.



*Биологическая система (биосистема); элементы, структура биосистемы; принципы организации биосистем: открытость, высокая упорядоченность, оптимальность конструкции, управляемость, иерархичность.*



1. Дайте определение системы. В чем выражается ее структура? Приведите примеры биологических систем. 2. Почему биосистемы считают открытыми системами? 3. Объясните с позиций термодинамики работу биосистемы по преодолению нарастающей в ней энтропии. Идет ли такая работа в неживых системах? 4. Благодаря чему достигается упорядоченность биосистем? 5. Каково значение информации, поступающей в биосистему? 6. Докажите на примере любой биосистемы, что она иерархична. 7. Заполните (в тетради) таблицу.

### Биологические системы

Принципы организации	Примеры проявления принципа организации

## § 2.

### РАЗНООБРАЗИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

*Вспомните основные уровни организации жизни на Земле. Что является структурно-функциональной единицей каждого уровня организации? Какие процессы жизнедеятельности характерны для каждого из уровней?*

Изучение биологических систем показывает, что все они отличаются друг от друга степенью сложности, своеобразием структур, процессов и функций. Простые биосистемы входят в состав более сложных; биохимические реакции на низших уровнях живого, служат предпосылкой для процессов, происходящих на высших уровнях биологической организации.

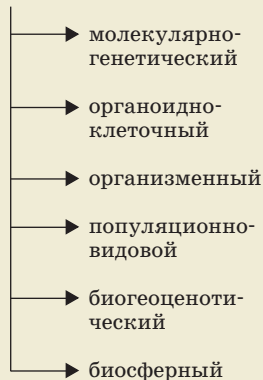
**Уровни организации биосистем.** По наличию специфических структурно-функциональных единиц и происходящих с ними процессов выделяют шесть основных *уровней организации жизни*: молекулярно-генетический, органоидно-клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический и биосферный (рис. 7).

Существование уровней организации живой природы, т.е. биосистем разной степени сложности, обеспечивает единство жизни на нашей планете, ее целостность как космопланетарного явления. Переход от одного уровня к другому сопровождается, с одной стороны, полным сохранением качеств биосистем предыдущего уровня, а с другой – появлением новых свойств, характерных для более высокого уровня организации.

Например, с объединением клеток и межклеточного вещества в ткани многоклеточного организма, свойства отдельных клеток не исчезают. Они продолжают питаться, дышать, выделять конечные продукты обмена веществ, реагировать на раздражения среды. Вместе с тем, ткань приобретает в процессе развития многоклеточного организма ряд новых свойств, главное из которых – дифференциация клеток, т.е. их специализация по выполняемым функциям.

Другой пример: организмы, принадлежащие к одному виду, образуют в природе популяции. Каждая особь

#### УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БИОСИСТЕМ



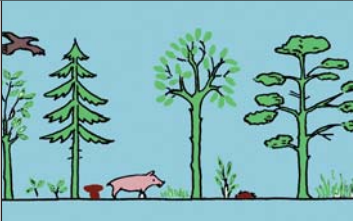
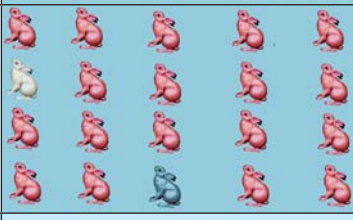
Уровни организации биосистем		Происходящие процессы
Биосферный		Возникновение жизни на Земле, историческое развитие органического мира, распределение живого вещества на планете, биогеохимический круговорот веществ и поток энергии в биосфере
Биогеоцено- тический		Передача биомассы с заключенной в ней энергией по трофическим уровням биогеоценозов, саморегуляция, самовоспроизводство и саморазвитие биогеоценозов
Популяционно- видовой		Действие движущих сил эволюции (наследственности и изменчивости, естественного отбора, дрейфа генов, изоляции), изменение генофонда популяции, видообразование, образование надвидовых систематических групп (родов, семейств, классов и др.)
Организмен- ный		Движение, питание, транспорт веществ, дыхание, выделение и защита, изменчивость, раздражимость, регуляция, размножение и рост организмов
Органоидно- клеточный		Обмен веществ и превращение энергии, дыхание, выделение, раздражимость, деление и рост клетки
Молекулярно- генетический		Кодирование, передача, реализация и изменение (мутации) генетической информации

Рис. 7. Уровни организации биосистем и происходящие на них процессы

в популяции имеет свои наследственные признаки, которые сохраняются на протяжении ее жизни неизменными. Популяция как биосистема более высокого ранга, чем организм, приобретает новое свойство – общий генофонд, объединяющий генотипы всех образующих популяцию особей. Генофонд популяции может направленно изменяться под действием движущих сил эволюции, следствием чего становится образование новых видов организмов, в то время как отдельный организм не эволюционирует.

**Процессы, происходящие в биосистемах.** Для биосистем любого ранга характерны определенные процессы. Несмотря на большое разнообразие химических, физиологических, онтогенетических, эволюционных и иных процессов, практически во всех биосистемах происходят обмен веществ и превращение энергии, самовоспроизведение, саморегуляция, саморазвитие и приспособление к окружающей среде. Рассмотрим некоторые из этих процессов.

*Обмен веществ и превращение энергии* происходят на всех уровнях организации биосистем. На молекулярно-генетическом и органоидно-клеточном уровнях осуществляется фиксация солнечной энергии молекулами хлорофилла и ее преобразование в энергию макроэргических связей АТФ, а далее в химическую энергию углеводов. Реакции фотосинтеза вовлекают в биосистемы практически неиссякаемый источник солнечной энергии. Затем она в виде углеводов, белков, жиров и других синтезированных органических соединений передается по пищевым цепям от автотрофных организмов гетеротрофным, т.е. переходит на биогеоценотический и биосферный уровни (рис. 8). В процессе этих превращений один вид энергии переходит в другой, исходные вещества химических реакций преобразуются в конечные продукты.

*Самовоспроизведение* – один из наиболее характерных процессов в биосистемах. На молекулярно-генетическом уровне в ядрах клеток организмов осуществляется редупликация (самоудвоение) ДНК, лежащая в основе передачи наследственных свойств от родителей к потомству. На остальных уровнях организации биосистем процесс самовоспроизведения характеризуется большим разнообразием форм и способов: от де-



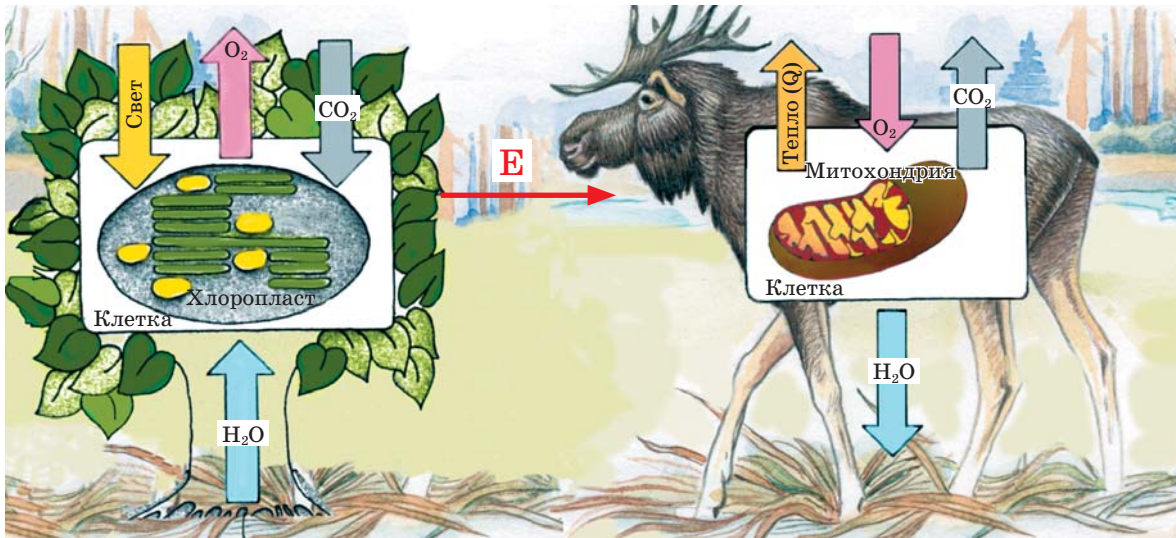


Рис. 8. Обмен веществ и превращение энергии в биосистемах

ления органоидов (пластид и митохондрий) и клеток (митоз, мейоз) до полового и бесполого размножения организмов и воспроизведения живого вещества в биосфере. Самовоспроизведение обеспечивает существование живой материи на нашей планете в пространстве и во времени, т.е. в разных средах жизни и на протяжении всей истории развития органического мира.

*Саморегуляция* проявляется в способности биосистем поддерживать постоянство своего химического состава и интенсивность происходящих процессов. Главная особенность саморегуляции заключается в том, что регулирующие механизмы действуют на биосистему не извне, а формируются в ней самой. Примером саморегуляции на молекулярно-генетическом уровне служат ферментативные реакции. Концентрация конечных продуктов в этих реакциях поддерживается автоматически, что влияет на работу катализирующих их белков-ферментов (рис. 9).

На органоидно-клеточном уровне саморегуляция проявляется в самосборке органоидов, поддержании постоянства концентрации ионов, белков, углеводов и других соединений в цитоплазме клетки на определенном уровне. На организменном уровне саморегу-

ления осуществляется через нервную и эндокринную системы, а в популяциях организмов – благодаря увеличению или уменьшению рождаемости и смертности. В биогеоценозах и биосфере саморегуляции подвержены потоки энергии и круговороты веществ, осуществляемые в соответствии с распределением биомассы организмов на планете, условиями неживой природы, хозяйственной деятельностью человека.

Биосистемы обладают способностью к *саморазвитию*, заложенному структурой образующих их элементов. На клеточном и организменном уровнях этот процесс связан с реализацией генетической программы

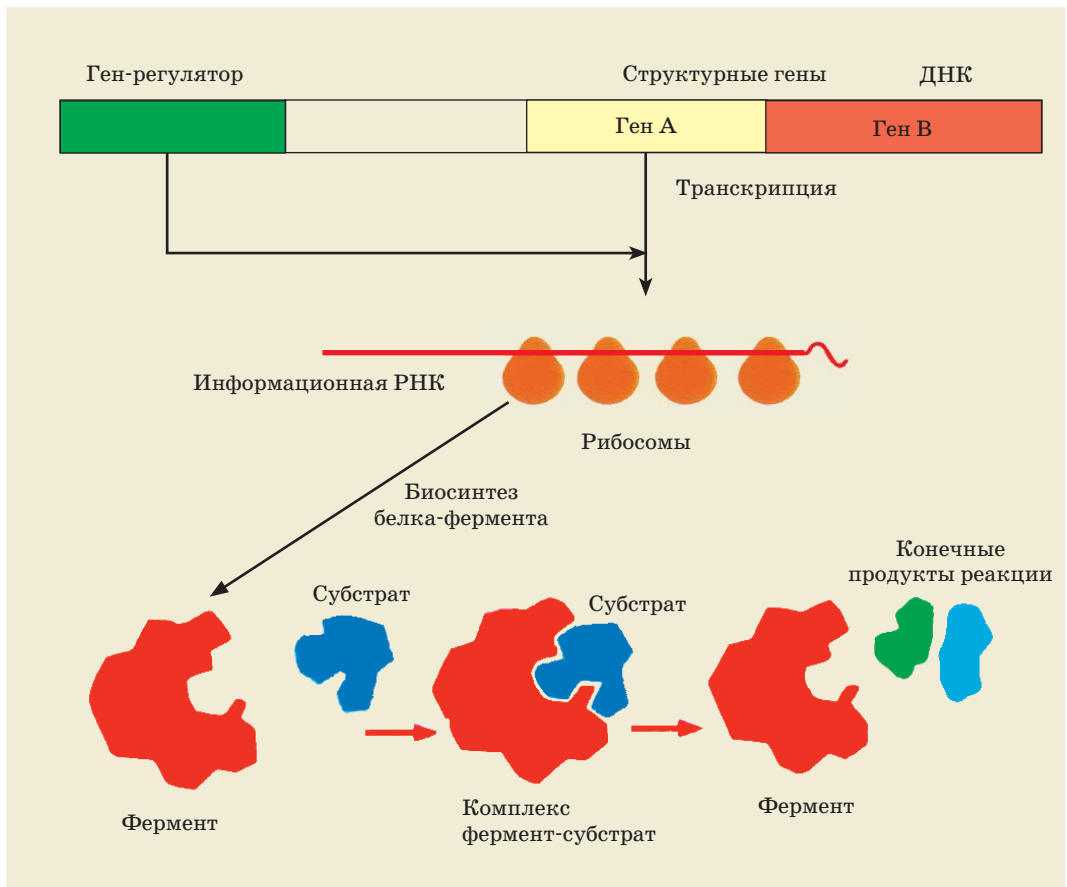


Рис. 9. Саморегуляция на молекулярно-генетическом уровне

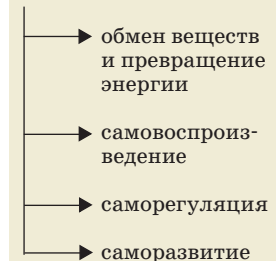
и воздействием условий окружающей среды на проявление признаков. В процессе индивидуального развития организма происходит увеличение массы его тела за счет роста числа клеток, развития тканей, органов и их систем. Процесс саморазвития происходит также на популяционно-видовом и биогеоценотическом уровнях. Например, историческое развитие органического мира от простых форм к сложным привело к возникновению разнообразия видов и биоценозов на нашей планете. Изменения, вносимые в природу деятельностью организмов, в том числе и человеком, приводят к смене одних природных сообществ другими.

**Определение жизни.** Рассмотренные уровни организации биологических систем и происходящие процессы позволяют дать обобщенное определение жизни как основного способа существования биологических систем. Известно несколько таких определений. Например, древнегреческий ученый Аристотель определял жизнь как «питание, рост и одряхление». Французский химик А. Лавуазье называл жизнь «горением», связанным с окислением питательных веществ кислородом. Русский физиолог И.П. Павлов определял жизнь как «сложный химический процесс».

Одно из первых научных определений жизни в 1894 г. дал немецкий философ Ф. Энгельс. В книге «Диалектика природы» он привел ставшее классическим определение: «Жизнь есть 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, что приводит к разложению белка».

С открытием нуклеиновых кислот (носителей генетической информации и материальной основы наследственности и изменчивости организмов), а также с открытием реакций клеточного метаболизма, энергетики и информационные связи биосистем, представление о сущности жизни расширилось. Одно из современных определений такое: *жизнь* – это активное, происходящее с затратой энергии, веществ и получением информации поддержание и самовоспроизведение саморегулирующихся систем, химическую основу которых составляют белки и нуклеиновые кислоты.

ПРОЦЕССЫ  
В БИОЛОГИЧЕСКИХ  
СИСТЕМАХ





*Уровни организации жизни (биосистем): молекулярно-генетический, органоидно-клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоэкологический, биосферный; процессы в биосистемах: обмен веществ и превращение энергии, самовоспроизведение, саморегуляция, саморазвитие; жизнь.*



1. Перечислите основные уровни организации биосистем. Докажите, что переход с более низкого уровня организации на более высокий сопровождается приобретением биосистемами новых свойств. 2. Какие процессы происходят в биосистемах? Дайте краткую характеристику каждого из них. 3. Приведите современное научное определение жизни. Какие существенные признаки живого отражены в этом определении? 4. На основании характерных черт организации биосистем и происходящих в них процессов, предложите свое определение жизни.

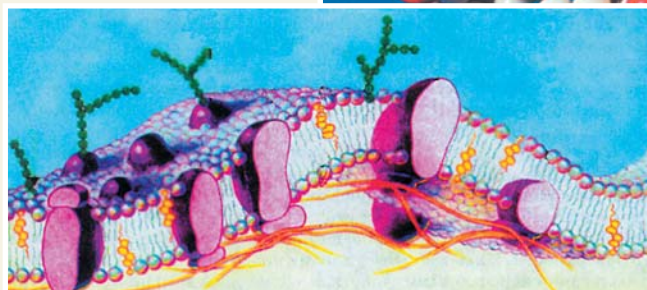
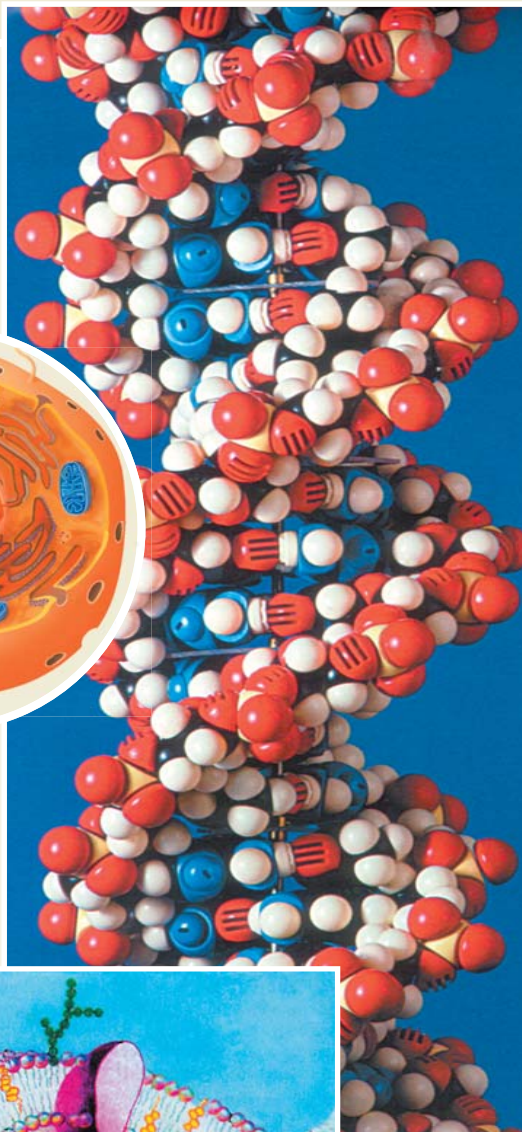
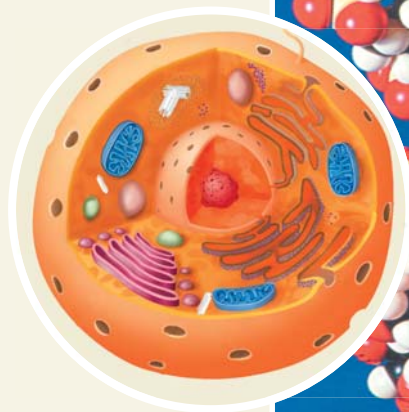


Используя окружение вашей школы, выясните, какие биологические системы можно наблюдать невооруженным глазом. Какие процессы в них происходят и на основании каких количественных и качественных данных можно сделать об этом предположение? Отчет о своих наблюдениях оформите в виде проектной работы.



Биологические системы ученые исследуют, используя научный метод. Он связан со строгой последовательностью действий, первое из которых – наблюдение. Наблюдатель фиксирует количественные и качественные данные, например, измеряет объект и описывает его форму. Затем, на основании полученных данных формулируется проблема – четкий вопрос относительно того, что надо изучить из ранее не известного об объекте или процессе. Для поиска путей решения проблемы выдвигается гипотеза, т.е. научное предположение, которое может объяснить наблюдаемые данные. Для проверки выдвинутой гипотезы на следующем этапе научного исследования разрабатывается и проводится эксперимент. Анализ результатов эксперимента (объяснение) позволяет решить, верна ли выдвинутая ранее гипотеза; в зависимости от этого, она принимается, изменяется или отвергается. В случае принятия гипотеза становится рабочей, и если ее в дальнейшем не удастся опровергнуть, то она становится теорией. В теории находят обобщение эмпирические данные об объекте или процессе. Если новые факты не противоречат сформулированной ранее теории и на ее основе можно их предсказывать, то теория становится правилом или законом. Правило имеет исключения, а закон всегда универсален, например, закон биогенной миграции элементов справедлив для всех круговоротов веществ в биосфере Земли.

# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ





## § 3. ЦИТОЛОГИЯ КАК НАУКА

Вспомните, кто впервые открыл клетку. Кем были сформулированы основные положения клеточной теории?

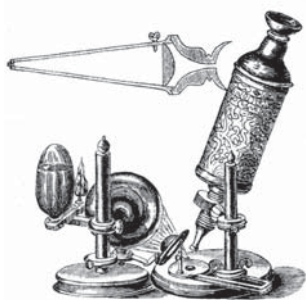


Рис. 10. Микроскоп Роберта Гука

Большинство организмов на нашей планете имеют клеточное строение. Клетка служит основной единицей живого, способной к обмену веществ, превращению энергии и самовоспроизведению. *Клетка* – элементарная биосистема. Она может существовать как самостоятельный одноклеточный организм, или участвовать в образовании тел колониальных и многоклеточных организмов.

**Зарождение и развитие цитологии.** Первые сведения о клеточном строении организмов относятся ко второй половине XVII в.

В 1665 г. английский ученый Роберт Гук (1635–1703) использовал усовершенствованный им микроскоп (рис. 10) для изучения биологических объектов и тем самым ввел в науку новый метод исследования природы. Увиденные на срезе мертвой ткани пробки ячейки (рис. 11) были им названы клетками (*cellula*). Ошибочно приняв за клетки поры пробки, заполненные воздухом, а за живое вещество – клеточные стенки, Гук тем не менее внес значительный вклад в изучение клеточного строения организмов. Кроме пробки он рассмотрел в микроскоп и другие растительные ткани, например, сердцевину стебля бузины. Результаты исследований были изложены Р. Гуком в книге «Микрография» (1667), ставшей первой научной работой, посвященной клеточному строению организмов.

Дальнейшее изучение строения клеток связано с именем голландского исследователя Антони ван Левенгука (1632–1723). Он занимался шлифованием оптических стекол, изготовлением линз и достиг в этом деле совершенства. Его не удовлетворяли существовавшие микроскопы, и он решил изобрести свой. Соорудив подвижное острие для объектов, он придумал освещать их при помощи вогнутого зеркала. Микроскопы Левенгука оказались более совершенными, чем мик-

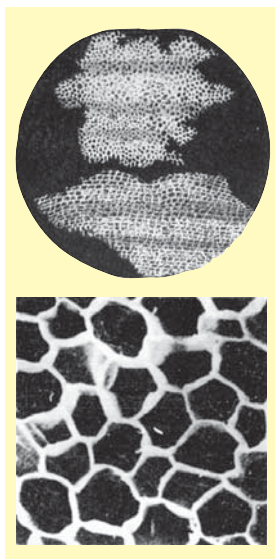


Рис. 11. Рисунок среза пробки (вверху) и сердцевины бузины (внизу)

роскоп Р. Гука. За счет соединения нескольких двояковыпуклых линз они давали увеличение в 270 раз. Это позволило ученому обнаружить бактерий и инфузорий, детально изучить строение сперматозоидов и эритроцитов человека. Особенно важными для науки стали исследования Левенгука простейших. Всех их он объединил под общим названием «анималькули», т.е. зверушки, или мелкие животные, так как не сомневался в их животной природе. Ученый описал не только строение простейших, но и изучил их передвижение и размножение.

По мере совершенствования инструментальной базы и техники микроскопических исследований к XIX в. клеточное строение организмов было хорошо изучено. В 1831 г. английский ученый Р. Броун открыл в клетке ядро. В 1838 г. немецкий ботаник М. Шлейден (рис. 12) поставил вопрос о значении клетки для развития организма, указывая на то, что в основе изучения жизнедеятельности растений лежит исследование жизненных процессов отдельной клетки. В 1839 г. немецкий зоолог Т. Шванн (рис. 12) в книге «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений» обобщил известные к тому времени данные о клеточном строении организмов и сформулировал клеточную теорию. Главными ее положениями стали доказательства клеточного строения всех организмов и зависимости роста и развития животных и растений от клеточного деления. И, хотя представление Шванна и Шлейдена об образовании новых клеток из неклеточного вещества было ошибочным, общий вывод о единстве клеточного строения организмов был верен. Дальнейшее развитие клеточной теории шло в направлении уточнения знаний о клеточном содержимом и выяснения значения клеточного деления. В 1855 г. немецкий врач Р. Вирхов (рис. 12) на основании данных об упорядоченном делении исходных клеток сделал обобщение, согласно которому клетка может возникнуть только из предшествующей клетки.

Таким образом, в середине XIX в. оформилась *цитология* (от греч. *kytos* – сосуд, здесь – клетка) – наука, изучающая строение и жизнедеятельность как отдельных клеток, так и их комплексов в составе тел многоклеточных организмов.

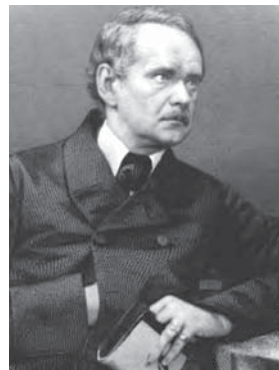


Рис. 12. Основоположники клеточной теории (сверху вниз): Маттиас Шлейден (1804–1881), Теодор Шванн (1810–1882) и Рудольф Вирхов (1821–1902)