ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора 6
Введение 7
1. Экология особей 9
1.1. Экологические факторы 9
1.2. Закономерности действия экологических факторов 10
1.3. Адаптации 13
1.4. Абиотические факторы 14
1.4.1. Свет как экологический фактор 14
1.4.2. Температура как экологический фактор 16
1.4.3. Влажность как экологический фактор 17
1.5. Среды обитания 20
1.6. Биологические ритмы 22
1.7. Жизненные формы организмов 23
1.8. Биотические факторы 23
2. Экология популяций 26
2.1. Экологические характеристики популяции 26
2.1.1. Статические показатели популяции 26
2.1.2. Динамические показатели популяции 27
2.2. Кривые роста численности популяций 28
2.3. Кривые выживания 29
2.4. Экологические стратегии видов 30
2.5. Регуляция численности популяции 31
2.6. Местообитание и экологическая ниша 32
2.7. Вид как система популяций 34
3. Экология сообществ и экосистем 35
3.1. Понятие биоценоза, биогеоценоза, экосистемы 35
3.2. Структура и функционирование экосистем 37
3.3. Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме 39
3.4. Биомасса и продуктивность экосистем 41
3.5. Сукцессии 41
3.6. Антропогенные экосистемы 42
3.6.1. Агроэкосистемы 42
3.6.2. Урбоэкосистемы 43

4. Учение о биосфере 45
4.1. Строение биосферы 45
4.2. Живое вещество биосферы и его функции 46
4.3. Закономерности существования биосферы 47
4.4. Круговорот веществ и поток энергии в биосфере 48
4.5. Зональность биосферы 49
5. Воздействие человека на биосферу 51
5.1. Антропогенные воздействия на воздух, воду и почву 51
5.2. Антропогенные воздействия на растительный и животный мир 53
5.3. Рациональное природопользование, охрана природы и устойчивое развитие 55
Задания в формате ОГЭ 57
1. Задание № 10. Дополнение недостающей информации, представленной в биологическом тексте, из числа предложенных терминов и понятий 57
2. Задания № 19–21 61
Задание № 19. Экосистемная организация живой природы. Работа с информацией биологического содержания, представленной в виде схемы фрагмента экосистемы *(множественный выбор)* 61
Задание № 20. Экосистемная организация живой природы. Работа с информацией биологического содержания, представленной в виде фрагмента экосистемы *(составление последовательности)* 61
Задание № 21. Экосистемная организация живой природы. Работа с информацией биологического содержания, представленной в виде фрагмента экосистемы *(сопоставление объектов)* 61
3. Задание № 22. Объяснять роль биологии в формировании современной естественно-научной картины мира, в практической деятельности людей. Распознавать и описывать на рисунках (изображениях) признаки строения биологических объектов на разных уровнях организации живого 80
4. Задание № 23. Объяснение результатов биологических экспериментов 82

5. Задание № 24. Работа с текстом биологического содержания (понимать, сравнивать, обобщать) 84
6. Задание № 25. Работа со статистическими данными, представленными в табличной форме или в виде схемы 89
7. Задание № 26. Решение учебных задач биологического содержания: проводить качественные и количественные расчёты, делать выводы на основании полученных результатов. Умение обосновывать необходимость рационального и здорового питания 93

Задания в формате ЕГЭ 102
1. Задание № 3. Трофические цепи и сети. *Решение биологических расчётных задач* 102
2. Задание № 18. Экосистемы и присущие им закономерности. Биосфера. *Множественный выбор (без рисунка)*.....104
3. Задание № 19. Экосистемы и присущие им закономерности. Биосфера. *Установление соответствия (без рисунка)* 111
4. Задание № 20. Общебиологические закономерности. *Работа с таблицей (с рисунком и без рисунка)*.....123
5. Задание № 21. Анализ экспертных данных в табличной или графической форме 127
6. Задания № 22, 23 132
   Задание № 22. Применение биологических знаний в практических ситуациях, анализ экспериментальных данных (методология эксперимента) 132
   Задание № 23. Применение биологических знаний в практических ситуациях, анализ экспериментальных данных (выводы по результатам эксперимента и прогнозы) ...132
7. Задание № 24. Задание с изображением биологического объекта 138
8. Задание № 26. Обобщение и применение знаний по общей биологии (клетке, организму, эволюции органического мира и экологическим закономерностям) в новой ситуации 140

Ответы 142
Задания в формате ОГЭ 142
Задания в формате ЕГЭ 149

Литература 159

1 ЭКОЛОГИЯ ОСОБЕЙ

1.1. Экологические факторы

Экологический фактор — элемент среды обитания, который воздействует на организм (см. табл. 1).

Таблица 1

Классификация экологических факторов

Группа	Характеристика	Примеры
	По природе	
Абиотические	Воздействие компонентов неживой природы	Свет, температура, влажность
Биотические	Воздействие живых организмов	Конкуренция за пищу, нападение хищника
	По участию человека	
Природные	Воздействие природных факторов	Ветер, свет, температура
Антропогенные	Воздействие человека	Вырубка леса, охота, загрязнение, разрушение местообитаний
	По среде возникновения (для абиотических)	
Климатические	Влияние климатических условий	Свет, температура, влажность
Геологические	Влияние геологических условий	Извержения вулканов, землетрясения, радиоактивное излучение
Орографические (факторы рельефа)	Влияние условий рельефа	Высота местности над уровнем моря, крутизна склона

Окончание табл. 1

Группа	Характеристика	Примеры
Эдафические (почвенно-грунтовые)	Влияние почвенных условий	Химический состав, плотность, структура, реакция среды
Гидрологические	Влияние гидрологических условий	Течение, солёность, давление
По расходованию		
Ресурсы	Потребляются организмами, их количество может уменьшаться	Пища, вода, солнечная энергия, кислород, углекислый газ
Условия	Не потребляются организмами, их количество не уменьшается, но они могут оказывать влияние на организм	Температура, атмосферное давление, гравитационное поле, солёность воды

Действие экологических факторов на организм может быть ***прямым*** и ***косвенным***. Косвенное воздействие осуществляется через другие экологические факторы. Например, высокая температура может вызвать ожог (прямое действие), а может привести к обезвоживанию организма (косвенное воздействие); рубка леса — это прямое воздействие на деревья, но косвенное на обитающих в лесу животных.

1.2. Закономерности действия экологических факторов

Закон оптимума: любой экологический фактор имеет определённые пределы положительного влияния на живые организмы. Как недостаточное, так и избыточное действие фактора отрицательно влияет на жизнедеятельность особей (см. рис. 1 на с. 11).

По отношению к каждому фактору можно выделить зону оптимума (нормальной жизнедеятельности), зону пессимума (угнетения), верхний и нижний пределы выносливости организма.

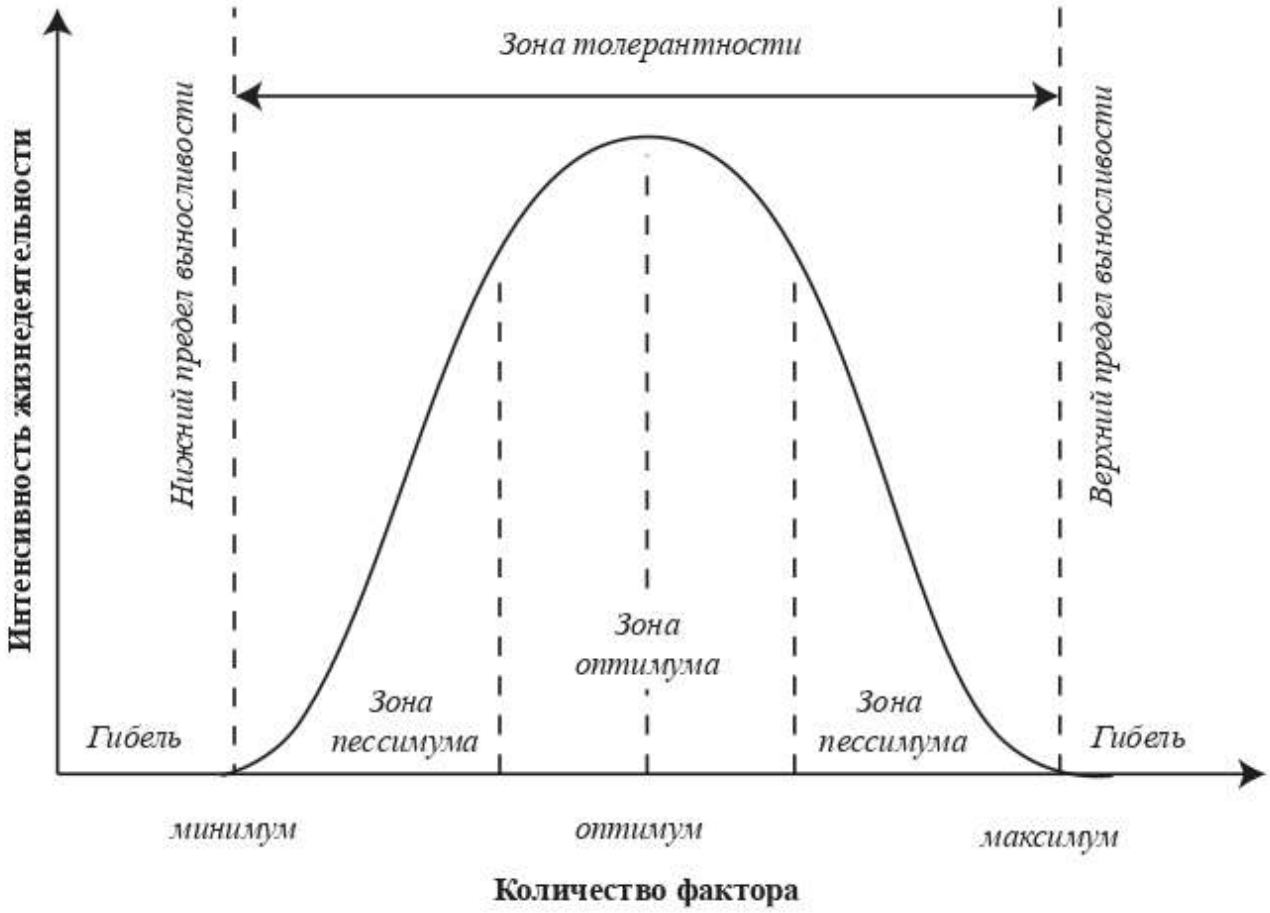


Рис. 1. Зависимость действия экологического фактора от его количества

Зона оптимума — такое количество экологического фактора, при котором интенсивность жизнедеятельности организмов максимальна.

Зона пессимума — такое количество экологического фактора, при котором интенсивность жизнедеятельности организмов угнетена.

Верхний предел выносливости — максимальное количество экологического фактора, при котором возможно существование организма.

Нижний предел выносливости — минимальное количество экологического фактора, при котором возможно существование организма.

За пределами выносливости существование организма невозможно. Интервал значений экологического фактора между верхним и нижним пределами выносливости называется ***зоной толерантности***.

Способность живых организмов переносить количественные колебания действия экологического фактора в той или иной степени

называется ***экологической толерантностью (валентностью, устойчивостью, пластичностью)***.

Виды с широкой зоной толерантности называются ***эврибионтными***, с узкой — ***стенобионтными***. Организмы, переносящие значительные колебания температуры, называются эвритермными, а приспособленные к узкому интервалу температур — стенотермными. По отношению к давлению различают эври- и стенобатные организмы, по отношению к степени засоления среды — эври- и стеногалинные и т. д.

Закон совместного действия факторов: результат влияния любого экологического фактора зависит от того, в какой комбинации и с какой силой действуют другие факторы. В природе экологические факторы действуют совместно, то есть комплексно. Зона оптимума и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору среды могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы. Например, высокую температуру труднее переносить при дефиците воды, сильный ветер усиливает действие холода, жару легче переносить в сухом воздухе и т. д.

Закон незаменимости фактора: нельзя полностью заменить один фактор другим. Абсолютное отсутствие какого-либо из обязательных условий жизни заменить другими экологическими факторами невозможно, но недостаток или избыток одних экологических факторов может быть возмещён действием других экологических факторов. Например, абсолютное отсутствие воды нельзя компенсировать другими экологическими факторами. Однако если другие экологические факторы находятся в оптимуме, то перенести недостаток воды легче, чем когда и другие факторы находятся в недостатке или избытке.

Закон ограничивающего (лимитирующего) фактора: для организма наиболее важен тот фактор, который более всего отклоняется от оптимума. Изначально закон был сформулирован К. Шпренгелем, который установил, что рост растений определяется не общим объёмом доступных ресурсов, а наименьшим из них — ограничивающим фактором. Позже закон был популяризирован Ю. Либихом. **Закон минимума Либиха:** существование вида определяется лимитирующими факторами, находящимися в минимуме (см. рис. 2 на с. 13).

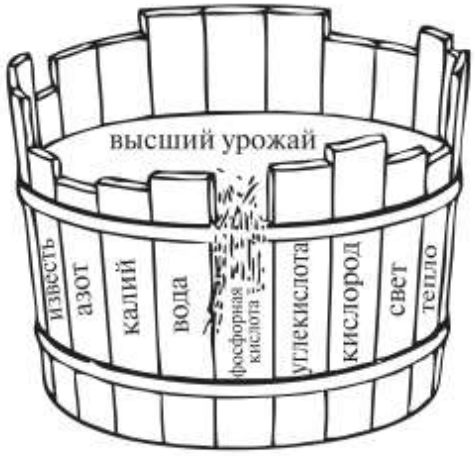


Рис. 2. Зависимость урожая от лимитирующего фактора («Бочка Либиха»)

Позже закон был обобщён и дополнен В. Э. Шелфордом. **Закон толерантности Шелфорда:** существование вида определяется лимитирующими факторами, находящимися не только в минимуме, но и в максимуме.

Лимитирующие факторы определяют географический ареал вида. Например, продвижение вида к полюсам может лимитироваться недостатком тепла, в аридные районы — недостатком влаги или слишком высокими температурами.

1.3. Адаптации

Адаптации — приспособления организмов к среде обитания (см. табл. 2). Они развиваются под действием трёх основных факторов: наследственности, изменчивости и естественного (а также искусственного) отбора.

Таблица 2

Типы адаптаций живых организмов

Тип	Характеристика	Примеры
Биохимические	Изменения в биохимии организма	Ядовитые змеи вырабатывают яд для защиты и нападения. Пеницилл производит антибиотики, подавляющие бактерии. Хвойные растения вырабатывают фитонциды — вещества, обладающие бактерицидными свойствами

Окончание табл. 2

Тип	Характеристика	Примеры
Физиологические	Изменения в физиологии организма	Способность верблюда обеспечивать организм водой путём окисления запасов жира. Увеличение содержания гемоглобина в крови при недостатке кислорода в условиях высокогорья. Наличие целлюлозоразрушающих ферментов у целлюлозоразрушающих бактерий
Морфологические (морфо-анатомические)	Изменения в строении организма	Видоизменение листа в колючку у кактусов для снижения потерь воды. Яркая окраска цветков для привлечения опылителей. Индустриальный меланизм у бабочек
Поведенческие (этологические)	Изменения в поведении организма	Сезонные миграции млекопитающих и птиц. Впадение в спячку в зимний период. Строительство убежищ. Брачные игры у птиц и млекопитающих в период размножения
Онтогенетические	Изменения в развитии организма	Замедление индивидуального развития растений при недостатке влаги, тепла или света

1.4. Абиотические факторы

1.4.1. Свет как экологический фактор

В спектре солнечного света выделяют области, различные по своему биологическому действию. *Ультрафиолетовое излучение* в больших дозах вызывает мутации и канцерогенез, оказывает бактерицидное действие, в небольших дозах обеспечивает синтез витамина D у млекопитающих. Значительная часть ультрафиолетовых лучей поглощается озоновым слоем. *Видимое излучение* — источник

энергии для фотосинтеза. *Инфракрасное излучение* — основной источник тепловой энергии.

Для растений солнечный свет необходим прежде всего как источник энергии для фотосинтеза. По отношению к условиям освещённости растения подразделяют на экологические группы (см. табл. 3).

Таблица 3

Классификация растений по отношению к условиям освещённости

Группа	Характеристика	Адаптации	Примеры
Гелиофиты (светолюбивые)	Обитают в условиях хорошего освещения	Мелкие листья, сильно ветвящиеся побеги, значительное количество пигментов в листьях	Многие деревья (акация, сосна, берёза), растения степей, полупустынь и пустынь
Сциофиты (тенелюбивые)	Плохо переносят прямые солнечные лучи	Крупные, тонкие листья, расположенные горизонтально, с меньшим количеством устьиц	Мхи, лишайники, плауны, папоротники
Сциогелиофиты (теневыносливые)	Способны обитать как в условиях хорошего освещения, так и в условиях затенения	Переходные черты	Сирень, лещина, клён, липа, черника, подорожник

Для животных солнечный свет обеспечивает ориентацию в пространстве, регулирует суточные и сезонные ритмы, является источником тепла, способствует выработке витамина D у млекопитающих.

Фотопериодизм — реакция организмов на продолжительность дня. Фотопериодизм обусловливает такие сезонные явления, как листопад, цветение, плодоношение, сезонные миграции, спаривание, линька, зимняя спячка и др. Изменение длины дня тесно связано с годовым ходом температуры, но в отличие от последней не подвержено колебаниям.

1.4.2. Температура как экологический фактор

От температуры окружающей среды зависит температура организмов, а, следовательно, скорость всех химических реакций, составляющих обмен веществ. В основном живые организмы способны жить при температуре от 0 до +50 °С, то есть выше температуры замерзания воды и ниже температуры денатурации белков. Верхним температурным пределом жизни является +120 ... +140 °С (близкие к нему значения температуры выдерживают споры, бактерии), нижним −190 ... −273 °С (переносят споры, семена, сперматозоиды).

Организмы могут использовать два источника тепловой энергии: *внешний* (тепловая энергия Солнца или внутреннее тепло Земли) и *внутренний* (тепло, выделяемое при обмене веществ). В зависимости от того, какой источник преобладает в тепловом балансе, живые организмы делят на пойкилотермных и гомойотермных. Если речь идёт только о животных, то их ещё называют *холоднокровными* и *теплокровными* соответственно.

Пойкилотермные — организмы с непостоянной внутренней температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры внешней среды. Температура их тела обычно на 1–2 °С выше температуры окружающей среды или равна ей (микроорганизмы, растения, беспозвоночные и низшие позвоночные животные).

Гомойотермные — организмы, способные поддерживать внутреннюю температуру тела на относительно постоянном уровне независимо от температуры окружающей среды (птицы и млекопитающие).

Адаптации растений к низким температурам: накопление в цитоплазме криопротекторов (глюкозы, многоатомных спиртов) для снижения температуры замерзания; особые жизненные формы для снижения воздействия ветра и лучшего укрывания снегом: карликовые (берёзы), стелющиеся (стланик кедровый) и подушковидные (терескен).

Адаптации растений к высоким температурам: интенсивная транспирация воды через большое количество устьиц в листьях; короткий вегетационный период до наступления жары; для отражения солнечных лучей и уменьшения поглощения света формируются светлая окраска, блестящая и опушённая поверхность,

вертикальное расположение листьев, видоизменение листьев в колючки (кактусы), уменьшение размера (саксаул), рассечённость (пальмы).

Адаптации животных к низким и высоким температурам: изменение величины теплопродукции за счёт повышения или снижения интенсивности обмена веществ; рефлекторное сужение и расширение кровеносных сосудов кожи, потоотделение, тепловая одышка, дрожь; мех у млекопитающих, перья и пух у птиц, слой подкожной жировой клетчатки, для экономии тепла — снижение отношения поверхности тела к его объёму, уменьшение относительных размеров конечностей, хвостов, ушей у животных холодного климата; активный поиск и создание благоприятных температурных условий: рытьё нор, сооружение гнёзд, образование плотных скоплений особей, смена мест обитания.

Правило Аллена. Среди родственных форм теплокровных животных, ведущих сходный образ жизни, те, которые обитают в более холодном климате, имеют относительно меньшие выступающие части тела: уши, ноги, хвосты и т. д.

Правило Бергмана. Среди сходных форм теплокровных животных наиболее крупными являются те, которые живут в условиях более холодного климата.

1.4.3. Влажность как экологический фактор

Влажность — содержание воды в среде (воздухе, почве и т. д.).

По отношению к воде растения делят на следующие экологические группы (см. табл. 4 на с. 18).

Наземные животные выработали следующие адаптации к недостатку воды: шерсть у млекопитающих, перья у птиц, роговой покров у пресмыкающихся, хитиновая кутикула у насекомых, экономия воды при выделении продуктов метаболизма, образование метаболической воды из жира, выносливость к обезвоживанию, миграции к водопоям, рытьё нор, зарывание в грунт, анабиоз, оцепенение, спячка в сухой период и др.

Водные организмы по типу местообитания и образу жизни объединяются в следующие экологические группы (см. табл. 5 на с. 19).

Таблица 4

Классификация растений по отношению к воде

Группа	Характеристика	Адаптации	Примеры
Гидатофиты	Водные растения, полностью или большей частью погружённые в воду	Тонкие листья	Рдест, кувшинка, ряска, элодея
Гидрофиты	Водные растения, погружённые в воду нижней частью	Воздушные полости в тканях, устьица на верхней стороне листьев	Тростник, камыш, рогоз, лотос
Гигрофиты	Растения влажных мест обитания (с высокой влажностью воздуха и почвы), не переносящие недостаток воды	Слаборазвитая корневая система, большие тонкие листья, тонкая кутикула, крупные устьица	Папоротники, хвощи, осока, рис
Мезофиты	Растения умеренно увлажнённых мест обитания, промежуточная группа между гигрофитами и ксерофитами	Разветвлённая корневая система, широкие плоские листья, тонкая кутикула	Флора лугов (клевер), лесные травы (ландыш), большинство культурных растений (пшеница)
Ксерофиты	Растения сухих мест обитания, способные переносить недостаток воды	Глубокая разветвлённая корневая система, мелкие листья, много мелких устьиц, толстая кутикула, восковой налёт и волоски на листьях	Суккуленты (кактусы, алоэ), склерофиты (саксаул, верблюжья колючка, ковыль)

Таблица 5

Классификация водных организмов по типу местообитания и образу жизни

Группа	Характеристика	Примеры
Планктон:	Организмы, в основном пассивно перемещающиеся за счёт течения	
– фитопланктон		Одноклеточные водоросли
– зоопланктон		Одноклеточные животные, рачки, медузы
Нектон	Активно передвигающиеся в воде животные	Рыбы, змеи, черепахи, кальмары, китообразные
Бентос:	Организмы, обитающие на дне и в грунте	
– фитобентос		Прикреплённые водоросли и высшие растения
– зообентос		Крабы, устрицы, морские звёзды

1.5. Среды обитания

Среда обитания (жизни) — часть природы, окружающая живые организмы; совокупность абиотических и биотических экологических факторов, оказывающих на живые организмы прямое или косвенное воздействие.

Основные среды обитания: водная, наземно-воздушная, почвенная, глубинная литосферная (подпочвенная), внутриорганизменная (см. табл. 6).

Таблица 6

Среды обитания

Характеристика	Адаптации
Водная	
Самая древняя; освещённость убывает с глубиной; давление возрастает с глубиной; солёность вод возрастает от пресных к морским и океаническим; дефицит кислорода; течение; относительно однородная в пространстве и стабильная во времени	Обтекаемая форма тела; слизистые покровы; приспособления для плавания: плавники, ласты, лапы с перепонками; жабры; воздухоносные полости и ткани; осморегуляция
Наземно-воздушная	
Низкая плотность; обилие света; обилие кислорода; дефицит воды; большие колебания температуры; ветер; неоднородная в пространстве; очень динамичная во времени	Наружный или внутренний опорный скелет; механические, покровные и проводящие ткани у растений; адаптации к недостатку воды; адаптации к колебаниям температуры; лёгкие; крылья; освобождение полового процесса от жидкой среды
Почвенная	
Создана живыми организмами; осваивалась одновременно с наземно-воздушной средой;	Слизистые покровы или гладкая поверхность; копательные конечности;

Окончание табл. 6

Характеристика	Адаптации
отсутствие света; дефицит кислорода; высокая плотность; неоднородная в пространстве; во времени условия более постоянны, чем в наземно-воздушной среде обитания, но более динамичны, чем в водной	микроскопические или мелкие размеры; редукция зрения
Внутриорганизменная	
Среда обитания паразитов и симбионтов; очень древняя; жидкая (кровь, лимфа) или твёрдая (плотные ткани); отсутствие света; дефицит или отсутствие кислорода; постоянная температура; практически неограниченный запас пищи; иммунный ответ хозяина; постоянная во времени	Коадаптация паразита и хозяина, симбионтов друг к другу; синхронизация биоритмов; выработка у паразита защиты от переваривания хозяином и системы «заякоривания» в среде; редукция органов чувств, органов движения, органов пищеварения, упрощение нервной системы; усиление полового размножения
Глубинная литосферная (подпочвенная)	
Среда обитания архей и бактерий; отсутствие света; дефицит или отсутствие кислорода; дефицит или отсутствие органических веществ; дефицит энергии; высокая плотность; температура возрастает с глубиной; постоянная во времени	Микроскопические размеры; устойчивость к высоким температурам; устойчивость к дефициту воды; замедленный обмен веществ; растянутые жизненные циклы; очень медленная эволюция

1.6. Биологические ритмы

Биологические ритмы (биоритмы) представляют собой периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений (см. табл. 7). Биологические ритмы наследственно закреплены и являются следствием естественного отбора и адаптации организмов.

Таблица 7

Биологические ритмы

Тип	Характеристика	Примеры
По происхождению		
Внутренние (эндогенные)	Генерируются самим организмом. Внешние воздействия могут изменять эти ритмы	Процессы синтеза ДНК, РНК и белков, работа ферментов, деление клеток, биение сердца, дыхание
Внешние (экзогенные)	Возникают как реакция на периодические изменения среды (смену дня и ночи, сезонов)	Чередование сна и бодрствования, периоды активности и покоя, сезонные миграции
По продолжительности периода		
Суточные (циркадные)	Изменения интенсивности биологических процессов в течение суток. Связаны со сменой дня и ночи в результате вращения Земли вокруг оси	Сон и бодрствование, утреннее раскрывание цветков, открывание устьиц, суточные процессы фотосинтеза, суточная активность животных
Годичные	Изменения интенсивности биологических процессов в течение года. Связаны со сменой сезонов года в результате движения Земли вокруг Солнца	Сезонные миграции, зимняя спячка, линька, гнездование, спаривание, листопад, прорастание семян, активизация сокодвижения весной