

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ФГОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра экологии, агрохимии и почвоведения

БИОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЭКОЛОГИИ

(ПРАКТИКУМ)

для студентов, обучающихся по специальностям:

- 110301 «Механизация сельского хозяйства»;
- 110304 «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК»;
- 190207 «Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды»;
- 110303 «Механизация переработки с.-х. продукции»;
- 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»;
- 280301 «Инженерные системы с.-х. водоснабжения, обводнения и водоотведения»;
- 280401 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель».

Брянск 2009

УДК 573:574
ББК 28.0 : 20.1
К 83

Кротов Д.Г., Мамеева В.Е., Симонов В.Ю. *Биология с основами экологии*. Практикум для студентов обучающихся по инженерным специальностям. – Брянск. Издательство Брянской ГСХА, 2009. – 190 с.

Под общей редакцией доктора биологических наук, профессора Андросова Геннадия Константиновича.

Рецензенты: канд. биол. наук, доцент кафедры кормления, разведения и генетики с.-х. животных Артюхов А.И.

зав. кафедрой биологии, кормопроизводства селекции и семеноводства доктор с.-х. наук, профессор Дронов А.В.

Рекомендовано к изданию методической комиссией агроэкологического института Брянской государственной сельскохозяйственной академии от 28 мая 2009 года протокол № 7.

© Брянская ГСХА, 2009
© Кротов Д.Г., 2009
© Мамеева В.Е., 2009
© Симонов В.Ю., 2009

Часть 1. Общая биология

ЗАНЯТИЕ 1. ХИМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЖИЗНИ

1. Элементарный и молекулярный состав живого вещества.
2. Неорганические вещества.
3. Органические вещества.

Цель занятий: *изучить химический состав клеток и организмов; роль основных неорганических и органических веществ организма в его жизнедеятельности; связь строения, свойств и функций веществ в клетке и организме.*

Оборудование: *таблицы по биологии.*

Элементарный и молекулярный состав живого вещества

Без знания химического состава клетки – основной единицы жизни – нельзя понять механизмы сложнейших процессов, которые протекают в живых организмах всех царств природы. Поэтому изучение общеприродоведческих закономерностей мы начинаем с изучения химической организации жизни.

Самыми распространенными элементами земной коры, на долю которых приходится 90% ее атомарного состава, являются: O, Si, Al и Na. Далее следуют Ca, Fe, Mg, P и другие элементы. В живых организмах обнаружено около 80 химических элементов. Но достоверно известно о функциях в организмах лишь в отношении 27 из них. В состав живых организмов входят атомы тех же элементов, что и в состав неживой природы, что свидетельствует об их материальном единстве. Однако их содержание иное. Провести четкую грань между живым и неживым на уровне атомов не представляется возможным.

По количественному содержанию в живом веществе элементы делятся на три группы

Задание 1. Изучив имеющийся материал по данной теме, рекомендованный преподавателем учебник, установите соответствие:

1. Макроэлементы.	а) цезий;	и) медь;
2. Микроэлементы.	б) водород;	к) кислород;
3. Ультрамикроэлементы	в) железо;	л) натрий;
	г) ртуть;	м) хлор;
	д) сера;	н) калий;
	е) молибден;	о) кальций;
	ж) фосфор;	п) азот;
	з) углерод;	р) золото

Большинство элементов, присутствующих в живой материи, образуют разнообразные химические соединения, которые подразделяются на неорганические и органические вещества. Органические соединения являются основой строения любого организма. Основой строения органических веществ служат атомы углерода. Приведем данные о содержании в клетке неорганических и органических веществ (табл. 1).

Таблица 1 - Содержание неорганических и органических веществ в клетке

Неорганические вещества	Содержание, %	Органические вещества	Содержание, %
Вода	70–80	Белки	0,2–2,0
Минеральные вещества	1,0–1,5	Жиры	1,0–2,0
		Углеводы	0,1–0,5
		Нуклеиновые кислоты	10–20
		АТФ и другие низкомолекулярные органические соединения	1–5

Таким образом, молекулярный состав живой и неживой природы различен, поэтому на молекулярном уровне можно провести между ними четкую границу.

Неорганические вещества

Вода – одно из самых распространенных веществ на Земле, она покрывает большую часть земной поверхности и входит в состав всех живых организмов.

Содержание воды в живых организмах от 10% до 90%. Она составляет основу внутренней среды. Молекулы воды вызывают расщепление ряда водорастворимых веществ на катионы и анионы. Вода является растворителем для огромного числа неорганических и органических веществ. Она вступает в реакции гидролиза, а также выполняет функции терморегуляции.

Задание 2. Всем известно, что водомерки бегают по воде, как посуху. Воду можно налить в стакан «с верхом», и она не прольется, в отличие от других жидкостей. Как вы объясните это явление? Благодаря какому свойству воды оно возможно?

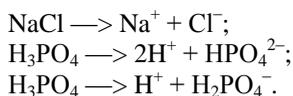
Задание 3. Изучив имеющийся материал по данной теме, назовите формы существования воды в клетке, выбрав из предложенных вариантов:

- | | |
|--------------------|----------------------|
| а) информационная; | в) диссоциированная; |
| б) свободная; | г) связанная |

Задание 4. Изучив имеющийся материал по данной теме, перечислите функции воды, выбрав из предложенных вариантов:

- | | |
|--|---|
| а) образование гидратных оболочек; | ж) обеспечивает протекание биохимических реакций; |
| б) информационная; | з) участвует в терморегуляции; |
| в) энергетическая; | и) играет роль в движении структур клетки; |
| г) играет роль в поддержании осмотического давления; | к) является растворителем; |
| д) участвует в передаче наследственной информации; | л) составляет гидроскелет клетки |
| е) обеспечивает поступление и выведение веществ; | |

Минеральные соли. В клетке содержится 1–1,5% минеральных солей. Соли – соединения ионные, т.е. в их составе атомы с частично приобретенным положительным и отрицательным зарядом. В воде соли легко растворяются и распадаются на ионы, т.е. диссоциируют с образованием катиона металла и аниона кислотного остатка. Например:



Поэтому мы говорим, что соли содержатся в клетке в виде ионов. В наибольшей степени в клетке представлены и имеют наибольшее значение

катионы: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
анионы: HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , Cl^- , HCO_3^- , HSO_4^- .

Есть в живых тканях и соли, находящиеся в твердом состоянии, – например, фосфат кальция, входящий в состав межклеточного вещества костной ткани, в раковины моллюсков.

Задание 5. Изучив имеющийся материал по данной теме, выберите каждому неорганическому соединению соответствующие функции:

- | | |
|----------------------|---|
| 1. Минеральные соли. | а) источник энергии; |
| 2. Вода связанная. | б) поддержание осмотического давления; |
| 3. Вода свободная. | в) растворитель; |
| | г) протекание биохимических реакций; |
| | д) образование гидратных оболочек; |
| | е) поддержание кислотно-щелочного равновесия; |
| | ж) передача наследственной информации; |
| | з) участие в теплорегуляции. |

Задание 6. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите функции, не характерные для минеральных солей в клетке:

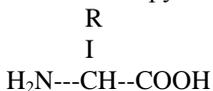
- | | |
|---|---|
| а) поддерживают кислотно-щелочное равновесие; | д) обеспечивают постоянство осмотического давления; |
| б) обеспечивают терморегуляцию; | е) образуют буферные системы; |
| в) служат источником энергии; | ж) участвуют в протекании биохимических реакций; |
| г) обеспечивают соединение атомов углерода. | з) играют роль в поступлении воды в клетку. |

Органические вещества

Белки. Из органических веществ живого вещества на первом месте по количеству и значению стоят белки, или протеины (от греч. *протос* – основной, первичный). В составе ныне живущих на Земле организмов содержится около 1 трлн т белков. От массы, например животной, клетки белки составляют 10–18%, т.е. половину сухого веса клетки.

Белковых молекул в каждой клетке содержится, по меньшей мере, несколько тысяч.

Белки – это высокомолекулярные полимеры (макромолекулы) с молекулярной массой от 6 тыс. до 1 млн. и выше. Мономерами белков являются аминокислоты, в состав которых входит кислотная группа – карбоксильная группа - основная – аминогруппа и радикал.



Первичная структура белков представляет собой определённую последовательность аминокислот в полипептидной цепи, связанных между собой пептидными связями.

Вторичная структура – спираль, образованная полипептидной цепью, которая удерживается водородными связями. *Третичная структура* – глобула, в которую сворачивается спираль, образованная полипептидной цепью; удерживается дисульфидными, ионными, гидрофобными и водорастворимыми связями. *Четвертичная структура* – структурно-функциональный комплекс белковых молекул, обладающих третичной структурной организацией.

Задание 7. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите свойства белковых молекул и функции белков.

Углеводы или сахараиды. Углеводы – самые распространенные на Земле органические вещества. Они содержатся в клетках всех живых организмов. Название «углеводы» произошло потому, что первые известные вещества этого класса состояли как бы из углерода и воды. Общая их формула $C_n(H_2O)_m$. У большинства углеводов число атомов водорода в 2 раза превышает количество атомов кислорода. Позднее были найдены углеводы, не отвечающие этой общей формуле, но название «углеводы» сохранилось. В животных клетках углеводов немного: 1–2, иногда до 5% (например, в клетках печени). Растительные клетки, напротив, богаты углеводами – там их содержание достигает 90% сухой массы.

Простые углеводы называются *моносахаридами*. В зависимости от числа атомов углерода в молекуле моносахариды называются триозами-Затома, тетрозамы -4, пентозамы -5 или гексозамы 6 атомов углерода. Если в одной молекуле объединяются два моносахарида, такое соединение называют *дисахаридом*. Сложные углеводы, образованные многими моносахаридами, называются *полисахаридами*. Мономерами таких полисахаридов как *крахмал*, *гликоген*, *целлюлоза*, является глюкоза.

Задание 8. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите функции углеводов.

Задание 9. Почему замороженный картофель вскоре после оттаивания становится сладким? За счет чего сорванные незрелыми плоды растений (например, яблоки, груши, бананы) при хранении становятся мягкими и сладкими?

Задание 10. Почему глюкоза в организме животных хранится в форме гликогена, хотя его синтез из глюкозы требует дополнительных затрат энергии? А для чего в организме растений из глюкозы образуется целлюлоза и крахмал?

Задание 11. Почему в тканях растений количество углеводов значительно больше, чем у животных?

Задание 12. Каково значение углеводов в жизнедеятельности человека? Какие виды патологий может вызывать нарушение превращений углеводов в организме?

Задание 13. Почему наши клетки обычно запасают глюкозу в виде полимера гликогена, а не в виде собственно глюкозы?

Липиды – обширная группа природных органических веществ. Название их происходит от греческого слова *lipos* – жир, так как они включают жиры (собственно липиды) и жироподобные вещества (липоиды). В каждой клетке животного или растительного организма содержится вполне определенное количество липидов. Животные жиры содержатся в молоке, мясе, подкожной клетчатке, у растений – в семенах, плодах и других органах. Растительные жиры называются маслами. В среднем содержание жира в клетках – около 5–10% от массы сухого вещества. Существуют, однако, клетки, содержание жира в которых достигает почти 90% от сухой массы. Эти наполненные жиром клетки имеются в жировой ткани. Липиды (жиры) представляют собой эфиры высокомолекулярных жирных кислот и трёхатомного спирта глицерина. Они не растворяются в воде.

Задание 14. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите функции жиров.

Задание 15. Какую роль могли сыграть молекулы липидов в появлении определенной автономности такой биологической структуры, как клетка?

Задание 16. В клетках пойкилотермных (холоднокровных) животных содержание ненасыщенных жирных кислот обычно выше, чем в клетках гомеотермных (теплокровных) животных. Как вы это объясните?

Задание 17. Какова роль жира, которым заполнен горб верблюда? А какую функцию выполняет «китовый жир»?

Задание 18. Почему при сгорании жиров выделяется больше энергии, чем при сгорании углеводов и белков?

Нуклеиновые кислоты. - природные высокомолекулярные органические соединения, полинуклеотиды, обеспечивающие хранение и передачу наследственной (генетической) информации в живых организмах.

Нуклеиновые кислоты являются составной частью клеточных ядер, поэтому они и получили такое название (от лат. *nucleus* – ядро). Они встречаются также в цитоплазме, центриолях, митохондриях, хлоропластах. Содержание нуклеиновых кислот в живом веществе – от 1 до 2%. В природе существуют нуклеиновые кислоты двух типов: *дезоксирибонуклеиновые (ДНК)* и *рибонуклеиновые (РНК)*.

ДНК представляет собой двуцепочечный линейный биологический полимер, мономерами которого являются нуклеотиды, содержащие одно из *азотистых оснований* (А, Т, Г или Ц), пентозу – дезоксирибозу и остаток фосфорной кислоты.

РНК – одноцепочечный линейный нерегулярный биологический полимер, мономерами которого являются нуклеотиды, содержащие азотистое основание (А, У, Г, или Ц), пентозу –рибозу и остаток фосфорной кислоты. иРНК (информационная РНК)- комплектарная копия участка молекулы ДНК, несущая информацию о последовательности аминокислот в конкретной белковой молекуле. рРНК – рибосомная РНК, входящая в состав рибосом, участвующих в биосинтезе белка. тРНК (транспортная РНК) переносит определённые аминокислоты к месту синтеза белка в рибосомах.

Задание 19. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите функции ДНК и РНК.

Задание 20. Изучив имеющийся материал по данной теме, выпишите из предложенных составные части нуклеотида ДНК:

- | | |
|-----------------------|--------------|
| а) галактоза; | ж) глицерин; |
| б) глюкоза; | з) гуанин; |
| в) тимин; | и) рибоза; |
| г) синильная кислота; | к) урацил; |
| д) аденин; | л) цитозин. |
| е) дезоксирибоза; | |

Задание 21. В лаборатории исследован участок одной из цепочек молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 20 мономеров, которые расположены в такой последовательности: Г-Т-Г-Т-А-А-Ц-Г-А-Ц-Ц-Г-А-Т-А-Ц-Т-Г-Т-А. Что можно сказать о строении соответствующего участка второй цепочки той же молекулы ДНК?

Задание 22. Молекула ДНК состоит из двух цепей – основной, на которой синтезируется иРНК, и комплементарной. Запишите порядок нуклеотидов в синтезируемой иРНК, если порядок следования нуклеотидов в основной (рабочей) цепи ДНК следующий: Ц-Г-Ц-Т-Г-А-Т-А-Г.

Контрольные вопросы

1. В чём заключается биологическая роль химических элементов?
2. Каковы различия вклада различных элементов в организацию живой и неживой материи?
3. Как физико-химические свойства воды проявляются в обеспечении процессов жизнедеятельности клетки и целостного организма?
4. Какие органические вещества входят в состав клетки?
5. Из каких простых органических соединений состоят белки?
6. Какие функции белков вам известны?
7. Какие химические соединения называются углеводами?
8. Какие клетки наиболее богаты углеводами?
9. Что такое моносахариды? Приведите примеры.
10. Что такое жиры? Опишите их химический состав.
11. Какие функции выполняют жиры?
12. Что такое нуклеиновые кислоты?
13. Какие простые органические соединения служат элементарной составной частью НК?
14. Какие типы нуклеиновых кислот вы знаете?
15. Чем отличается строение ДНК и РНК.
16. Перечислите функции ДНК.

ЗАНЯТИЕ 2. МИКРОСКОП И ПРАВИЛА РАБОТЫ С НИМ. МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ МИКРОПРЕПАРАТОВ И СРЕЗОВ

Цель занятий: изучить устройство биологического микроскопа и методы микроскопии; освоить методику приготовления микропрепаратов и срезов.

Оборудование: биологический микроскоп «БИОЛАМ-ЛОМО», предметные и покровные стёкла, раствор йода в йодистом калии.

1. Устройство микроскопа и правила работы с ним

Микроскоп. Оптический или электронный прибор, увеличительные свойства которого основаны на способности лучей видимого света преломляться (*световой* микроскоп) или на магнитном отклонении потока электронов (*электронный* микроскоп) (рис. 1, 2).

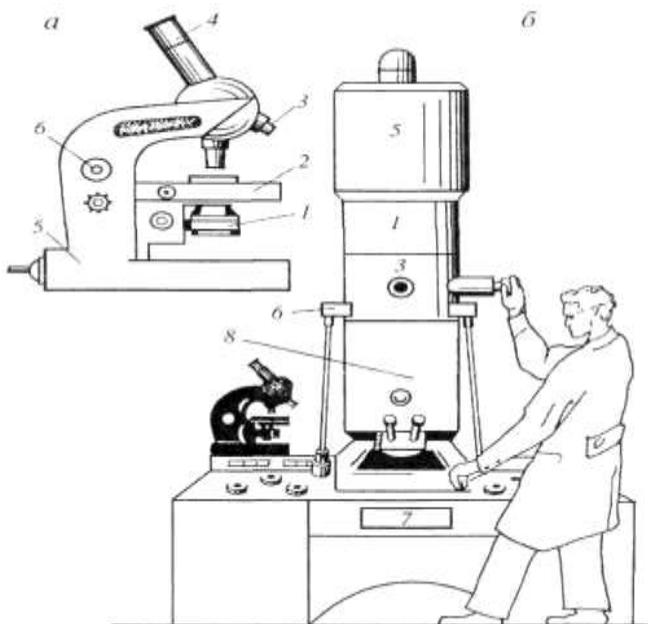


Рис. 1. Современный световой (а) и электронный (б) микроскопы
1 - конденсор; 2 — предметный столик; 3 — объектив; 4 — окуляр;
5 — осветитель; 6 -винты подачи; 7 — фотокамера;
8 — проекционная электромагнитная линза

Биологический микроскоп «БИОЛАМ-ЛОМО»

Микроскоп этой марки широко используют в учебных, а также биологических и медицинских лабораториях.

В микроскопе выделяют две системы: оптическую и механическую.

К *оптической* системе относят объективы, окуляры и осветительное устройство.

Объектив - одна из важнейших частей микроскопа. При его помощи получают увеличенное действительное, но обратное изображение объекта и выявляют тонкие детали его структуры. Он определяет *полезное увеличение* объекта. Под полезным понимают такое увеличение наблюдаемого объекта, при котором можно выявить новые детали его строения. Выше него мы будем только увеличивать контуры изображения, не открывая в нем новых деталей.

Объектив состоит из металлического цилиндра и вмонтированных в него линз, число которых может быть различным. Степень увеличения находится в прямой зависимости от числа линз. Объектив с большим увеличением имеет восемь-десять линз. Первую линзу, обращённую к препарату, называют *фронтальной*. В верхней части объектива имеется винтовая нарезка, при помощи которой его ввинчивают в гнездо револьвера. Увеличение объектива обозначено на нём цифрами. Микроскоп «БИОЛАМ-ЛОМО», снабжён тремя объективами: $\times 8$, $\times 40$, $\times 90$.

Качество объектива определяет его *разрешающая способность*. Это главная характеристика микроскопа. Она определяет то наименьшее расстояние между двумя точками, в котором просматриваются какие-либо детали (таб. 2).

Таблица 2 - Разрешающая способность глаза, светового микроскопа и электронного микроскопа

Чем изучается	Разрешающая способность	Масштаб отображения	Минимальный размер различаемого объекта
Глаз человека	до 0,1 мм	1 : 1	Яйцеклетка человека
Световой микроскоп	до 0,0005 мм	1600 : 1	Бактерии, органеллы клеток
Электронный микроскоп	до 10^{-9} мм	10^5 : 1	Вирусы, структуры клеточных органелл; макромолекулы

Следует помнить о необходимости бережного обращения с объективами, особенно большого увеличения, поскольку у них рабочее расстояние, т.е. расстояние от покровного стекла до фронтальной линзы, измеряется долями миллиметра.

Качество изображения, особенно при объективах большого увеличения, зависит также от толщины предметного и покровного стёкол. Нормальная толщина предметного стекла 1,2 мм, покровного – 0,17 мм.

Окуляр подобно лупе даёт прямое, мнимое, увеличенное изображение наблюдаемого объекта, построенное объективом. Он не выявляет новых деталей строения, и в этом отношении его увеличение бесполезно. Окуляр состоит из двух-трёх линз, вмонтированных в металлический цилиндр. Между линзами расположена постоянная диафрагма, определяющая границы поля зрения. Нижняя линза фокусирует изображение объекта, построенное объективом, в плоскости диафрагмы, а верхняя служит непосредственно для наблюдения. Увеличение окуляров обозначено на них цифрами: $\times 7$, $\times 10$, $\times 15$.

Для определения ***общего увеличения*** микроскопа следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра.

Осветительное устройство состоит из зеркала и конденсора с ирисовой диафрагмой, расположенных под предметным столиком. Оно предназначено для освещения объекта пучком света.

Зеркало служит для направления света через конденсор и отверстие предметного столика на объект. Оно имеет две поверхности: плоскую и вогнутую. В учебных лабораториях обычно используют вогнутую поверхность зеркала. Оно закреплено на штативе так, что может вращаться в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Конденсор состоит из двух-трёх линз, вставленных в металлический цилиндр. При подъёме или опускании его при помощи винта соответственно конденсируется или рассеивается свет, попадающий от зеркала на объект.

Ирисовая диафрагма расположена между зеркалом и конденсором. Она служит для изменения диаметра светового потока, направляемого зеркалом через конденсор на объект в соответствии с диаметром фронтальной линзы объектива, и состоит из металлических пластинок. При помощи рычажка их можно то соединять, полностью закрывая нижнюю линзу конденсора, то разводить, увеличивая поток света.

Кольцо с матовым стеклом, или светофильтром расположено под диафрагмой и используется для уменьшения освещённости объекта.

Механическая система микроскопа состоит подставки, коробки с макромерным механизмом и микромерным винтом, тубусодержа-

теля, винта грубой наводки, кронштейна конденсора, винта перемещения конденсора, револьвера и предметного столика.

Подставка – прямоугольное (подковообразное) основание микроскопа.

Коробка с макромерным механизмом прикреплена к подставке неподвижно и построена по принципу взаимодействующих шестерён.

Макромерным винт служит для незначительного перемещения тубусодержателя. Полный оборот макромерного винта передвигает тубусодержателя на 100 мкм.

Тубус или **труба** – цилиндр, в который сверху вставляют окуляры. Он неподвижно соединён с головкой тубусодержателя и фиксируется стопорным винтом в определённом положении. Ослабив стопорный винт, тубус можно снять.

Револьвер предназначен для быстрой смены объективов, ввинченных в его гнезда. Центрированное положение объектива обеспечивает защелка, расположенная внутри револьвера.

Тубусодержатель несёт трубу и револьвер и управляется с помощью винта грубой наводки.

Винт грубой наводки используют для значительного перемещения тубусодержателя, а, следовательно, и объектива с целью фокусировки объекта при малом увеличении.

Предметный столик предназначен для расположения на нём препарата. В середине столика есть округлое отверстие, в которое входит фронтальная линза конденсора. Столик можно вращать вокруг оси и передвигать в двух взаимно перпендикулярных направлениях при помощи двух винтов, расположенных справа и слева от столика. На столике есть две пружинящие клеммы - зажимы, закрепляющие препарат.

Кронштейн конденсора подвижно присоединён к коробочке макромерного механизма. Его можно поднять и опустить при помощи винта, который вращает зубчатое колесо, входящее в пазы рейки с гребенчатой нарезкой.

Правила работы с микроскопом

1. Выставьте наименьшее из возможных увеличений.
2. Глядя в окуляр, поставьте зеркало в такое положение, чтобы круглое поле зрения было освещено равномерно (у микроскопов со встроенным осветителем освещение обычно выставляется автоматически).
3. Положите препарат и закрепите его пружинными клеммами таким образом, чтобы исследуемый объект помещался над отверстием в столике микроскопа, через которое направлен свет.

4. Поворотом винта грубой настройки подведите объектив почти вплотную к покровному стеклу препарата.

5. Одним глазом (как правило, левым) смотрите в окуляр (другой глаз следует всегда оставлять открытым, что позволит сделать зарисовки видимой в микроскопе картины).

6. Вращением винта грубой настройки очень медленно поднимайте тубус вверх, пока не станет более или менее четко видно изображение. (Если этого не произойдет, снова опустите его почти до уровня покровного стекла над препаратом и повторите фокусировку).

7. Установите с помощью точной настройки четкое изображение. (В отличие от винта грубой настройки, при работе винтом тонкой настройки тубус можно понемногу поднимать и опускать для установки максимальной резкости изображения).

8. Двигая предметное стекло по столику микроскопа, просмотрите весь объект до тех пор, пока в центре поля зрения не окажется искомое место препарата.

9. Установите следующее, большее увеличение путем замены объектива, подрегулируйте винтом точной настройки четкость изображения.

10. После окончания работы перевести микроскоп на малое увеличение и только после этого снять микропрепарат с предметного столика. Категорически запрещается снимать микропрепарат из под объектива большого увеличения, т.к. можно повредить фронтальную линзу!

11. Оставить микроскоп после работы абсолютно чистым и сухим, закрыть колпаком для защиты от пыли.

2. Приготовление препаратов для микроскопирования

Для микроскопических исследований наиболее пригодны объекты, пропускающие свет (крылья некоторых насекомых). Чаще же объекты приходится просветлять, прежде чем приступить к микроскопированию. После взятия тканей растений или животных делают очень тонкие срезы (через стебель или другие ткани растений, либо снимают пленку).

Свежие препараты. Изготавливаются для немедленного рассмотрения. К ним относятся жидкостные, сухие и живые препараты.

Жидкостные препараты. Объекты обычно помещаются в воду. Такие препараты сохраняются в течение нескольких дней, если поместить их на влажную фильтровальную бумагу в закрытой посуде. Порядок изготовления:

-тщательно обезжирить и очистить предметное стекло;



Рис. 2. Принадлежности для микроскопирования

- нанести на него каплю воды, глицерина или разбавленного раствора желатина;
- подготовленный объект (например, листочек мха) положить в каплю воды;
- накрыть покровным стеклом.

Сухие препараты. Сухие препараты, например частицу птичьего пера, просто положить на предметное стекло и микроскопировать. **Мазки.** Каплю жидкости, например крови, нанести сбоку на предметное стекло и, слегка нажимая, равномерно размазать отшлифованным краем другого предметного стекла; оставить подсохнуть.

Витальные препараты. Используются для изучения малоклеточных объектов (простейших, колоний водорослей, планктонных организмов). Для наблюдения движения (например, туфельек) или приема пищи (амебами) лучше применить предметное стекло с лункой или снабдить покровное стекло небольшими восковыми ножками по углам. При необходимости можно использовать раствор желатина вместо воды, чтобы ограничить скорость перемещения объекта.

Постоянные препараты. Сохраняются годами в пригодном для микроскопирования виде. Их изготавливают примерно так же, как жидкостные препараты. Подготовленные заранее объекты (например, окрашенные и обезвоженные путем последовательного переноса их в ряд спиртовых растворов возрастающей концентрации) заключаются в воздухонепроницаемые среды — смолу или смесь глицерина с желатином.

Контрольные вопросы

1. Что такое микроскоп и для чего он предназначен?
2. Чем световой микроскоп отличается от электронного?
3. Перечислите принадлежности для микроскопирования.
4. Как готовят свежие препараты, постоянные препараты?
5. Расскажите правила работы с микроскопом.

Лабораторная работа №1

Изучение особенностей строения растительной клетки (на примере неокрашенного препарата кожицы лука)

Цель работы: освоить основные приёмы изготовления неокрашенного препарата кожицы лука и рассмотреть особенности строения растительной клетки.

Оборудование: предметное и покровное стекла, фильтровальная бумага, препаровальная игла, стеклянная палочка, стаканчик с водой, чешуйка луковички, лезвие.

Ход работы:

1. Капнем на предметное стекло капельку воды, взяв её стеклянной палочкой из стаканчика. Отложим предметное стекло в сторону.

2. Возьмём чешуйку луковички. Аккуратно, препаровальной иглой снимем кожицу с внутренней поверхности чешуйки.

3. Поместим кусочек кожицы в каплю воды и расправим её.

4. Если кусочек кожицы великоват, придерживая его препаровальной иглочкой, вырезаем лезвием фрагмент размером 0,5 см X 0,5 см.

5. Если необходимо, добавляем ещё каплю воды и накрываем препарат покровным стеклом: ставим на ребро на предметное стекло на расстоянии около 0,7 см от фрагмента кожицы и аккуратно опускаем. Затем, легонько прижимаем покровное стёклышко по краям, чтобы удалить пузырьки воздуха и излишки воды.

6. Помещаем препарат на предметный столик микроскопа и рассматриваем на малом, а потом и на большом увеличении.

7. Зарисовываем препарат, обращая особое внимание на пристеночное положение ядер. Почему они так располагаются? На рисунке даём обозначения тех компонентов клетки, которые нам удалось увидеть в микроскоп, и делаем выводы по работе.

ЗАНЯТИЕ 3. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КЛЕТОК

Цель занятий: изучить основные органоиды прокариотических и эукариотических клеток; отличительные особенности клеток растений, грибов и животных.

Оборудование: таблицы по биологии, биологический микроскоп «БИОЛАМ-ЛОМО», микропрепараты растительных клеток.

1. Прокариотическая клетка

Клетка представляет собой структурно-функциональную единицу, а также единицу развития всех живых организмов. Выделяют два уровня клеточной организации: **прокариотический** (от греч. *pro* – до, *пред* и *carion* – ядро) и **эукариотический** (от греч. *eu* – хороший, истинный и *carion* – ядро). Прокариотические организмы очень просто устроены и не имеют ограниченного оболочкой ядра. К ним относят *бактерии* и *цианобактерии*. Клетка бактерии — типичный прокариот, она не обладает клеточным ядром и почти не разделена на компартменты (рис. 1).

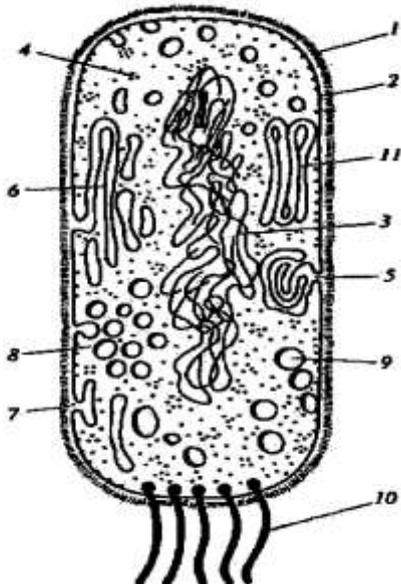


Рис. 1. Комбинированная схема прокариотической клетки 1 - клеточная стенка; 2 — плазматическая мембрана; 3 — ДНК нуклеоида; 4 -полирибосомы цитоплазмы; 5 — мезосома; 6 — ламеллярные структуры; 7—впячивания плазмалеммы; 8 — скопления хромофоров; 9 — вакуоли с включениями; 10 — бактериальные жгутики; 11 — пластинчатые тилакоиды.

Большинство клеток бактерий имеют клеточные стенки, которые состоят из гетерополимеров — производных сахаров и пептидов. Многие бактериальные клетки имеют на поверхности белковые выросты — филаменты, подобные жгутикам, ресничкам. Некоторые клетки окружены капсулами, состоящими из кислых полисахаридов. **Наследственный аппарат** прокариот представлен одной кольцевой молекулой ДНК, не образующей связей с белками и содержащей по одной копии каждого гена – гаплоидные организмы.

Место расположения в цитоплазме кольцевой хромосомы называют **нуклеотидом**. В цитоплазме имеется большое количество мелких рибосом; отсутствуют или слабо выражены внутренние мембраны. Ферменты пластического обмена расположены диффузно. Комплекс Гольджи представлен отдельными пузырьками.

Многие прокариоты способны к спорообразованию в неблагоприятных условиях существования. Размножение происходит в результате простого деления надвое.

2. Эукариотическая клетка

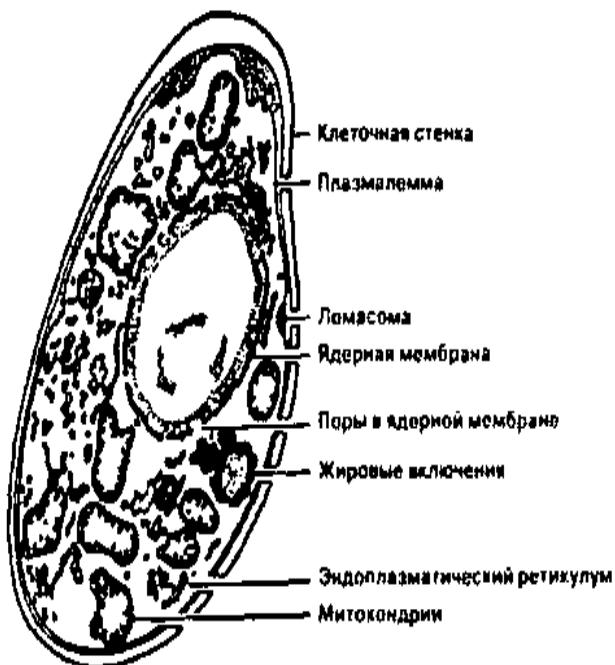
Абсолютное большинство видов эукариот – это многоклеточные организмы, представляющие собой ассоциации разнообразных клеток, формирующих ткани (рис. 2). К ним относятся растения, животные и грибы. Однако имеются и одноклеточные эукариоты (например, амёбы, дрожжевые грибы).

Клетка любого организма состоит из двух важнейших, неразрывно связанных между собой частей – цитоплазмы.



Рис. 2. Строение клетки растений

животных



грибов

Форма, размеры и состав клеток весьма разнообразны и обусловлены выполняемыми клеткой функциями. Средние размеры эукариотных клеток примерно в три раза больше размеров прокариот.

Самая большая клетка на Земле – яйцо страуса, диаметр большинства клеток от 1 до 10 мкм.

Для изучения строения клеток используют методы световой микроскопии и цитохимии.

Задание 1. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните таблицу 1.

Таблица 1 - Сравнение клеток прокариотов и эукариотов

Признаки/ составные части	Прокариоты	Эукариоты			Основные особенности строения
		Растения	Животные	Грибы	
Цитоплазма					
Наружная цитоплазматическая мембрана					
Ядро					
Эндоплазматическая сеть (ретикулум)					
Рибосомы					
Митохондрии					
Пластиды: хлоропласты хромопласты лейкопласты					
Комплекс Гольджи					
Лизосомы					
Клеточный центр (центриоли)					
Хромосомы					
Клеточная стенка					
Реснички и жгутики					
Вакуоли					
Способ размножения					
Запасные вещества					
Способ питания					

Задание 2. Изучив имеющийся материал по данной теме, в кругах к рисунку «Строение клетки» расставьте цифры, соответствующие органоидам клетки.

О р г а н о и д ы к л е т к и

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1. Цитоплазма | 7. Митохондрии |
| 2. Клеточная мембрана | 8. Лизосомы |
| 3. Ядерная оболочка | 9. Аппарат Гольджи |
| 4. Эндоплазматическая сеть | 10. Рибосомы |
| 5. Ядро | 11. Центросомы |
| 6. Ядрышко | |



Рис. 3. Строение клетки

Задание 3. Изучив имеющийся материал по данной теме, установите соответствие

- | | | |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1. Неклеточные формы. | а) простейшие; | е) животные; |
| 2. Прокариоты. | б) цианобактерии; | ж) растения; |
| 3. Эукариоты | в) вирусы; | з) фаги; |
| | г) грибы; | и) лишайники; |
| | д) бактерии; | к) одноклеточные водоросли. |

Задание 4. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите черты сходства и различия строения клеток растений и животных:

- | | |
|--------------------|--------------------------------------|
| 1. Клетки животных | а) целлюлозная клеточная стенка; |
| 2. Клетки растений | б) сильно развитая система вакуолей; |
| | в) эндоплазматическая сеть; |
| | г) хлоропласты; |
| | д) комплекс Гольджи; |
| | е) митохондрии; |
| | ж) лизосомы; |
| | з) пластиды; |
| | и) центриоли; |
| | к) микротрубочки. |

Задание 5. Изучив имеющийся материал по данной теме, перечислите основные части пластид:

- | | |
|-------------------------|---------------|
| а) внутренняя мембрана; | д) тилакоиды; |
| б) кристы; | е) рибосомы; |
| в) наружная мембрана; | ж) ДНК; |
| г) матрикс | з) граны. |

3. Жизненный цикл. Деление клеток

Жизненный (клеточный) цикл представляет собой промежуток времени от момента возникновения клетки в результате деления до гибели или до последующего деления.

Митотический цикл - это совокупность последовательных и взаимосвязанных процессов в период подготовки клетки к делению, а также на протяжении самого митоза.

МИТОЗ (непрямое деление, кариокинез) – основной способ деления эукариотных клеток, в результате которого образуются два ядра с идентичным набором родительских хромосом. Митоз обеспечивает точную преемственность наследственных свойств в клеточных поколениях за счёт одинакового распределения генетического материала между дочерними клетками. Продолжительность митоза, как правило, от 1 до 4 часов. Митотическое деление клеток лежит в основе бесполого размножения.

Задание 6. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните таблицу 2.

Таблица 2 – Митотический цикл и митоз

Фазы		Процесс, происходящий в клетке
Интерфаза (фаза между делениями клеток)	<i>Пресинтетический период</i>	
	<i>Синтетический период</i>	
	<i>Постсинтетический период</i>	
Фазы митоза	<i>Профаза</i> (первая фаза деления)	
	<i>Метафаза</i> (фаза скопления хромосом)	
	<i>Анафаза</i> (фаза расхождения хромосом)	
	<i>Телофаза</i> (фаза окончания деления)	

Задание 7. Составьте схему основных изменений, происходящих в клетке во время митоза.

МЕЙОЗ - это два следующих друг за другом деления, в результате чего из диплоидных клеток образуются гаплоидные половые клетки – *гаметы*. Мейотические деления не эквивалентны митозу. Обоим мейотическим делениям предшествует только одна фаза синтеза ДНК. По продолжительности мейоз во много раз превосходит митоз.

Биологическое значение мейоза в том, что гомологичные хромосомы попадают в разные гаметы, а при оплодотворении парность гомологичных хромосом восстанавливается, т.е. обеспечивается постоянство каждого вида – полный (диплоидный) набор хромосом.

Задание 8. Составьте схему основных изменений, происходящих в клетке во время митоза.

Задание 9. Изучив имеющийся материал по данной теме, заполните таблицу 3.

Таблица 3 - Сравнение мейоза и митоза

Вопросы для сравнения	Митоз	Мейоз
1. Какие изменения происходят в ядре до начала деления (в интерфазе)?		
2. Каковы фазы деления?		
3. Характерна ли конъюгация гомологичных хромосом?		
4. Какое число дочерних клеток образуется?		
5. Где происходит данный процесс?		
6. Какое значение имеет для существования вида?		

Задание 10. Изучив имеющийся материал по данной теме изложите основные положения клеточной теории.

Контрольные вопросы

1. Что такое органоиды клетки?
2. На чём основано деление всех живых организмов на две группы – прокариот и эукариот?
3. Какие организмы относят к прокариотам?
4. Какими основными чертами строения характеризуется эукариотическая клетка?
5. В чём различие между гладкими и шероховатыми мембранами эндоплазматической сети?
6. Какие органоиды клетки содержат ДНК и способны к самовоспроизведению?
7. Как устроены и из чего состоят хромосомы?
8. Назовите основные черты сходства и различия в строении клеток растений, грибов и животных.
9. Биологическое значение митоза.
10. Какие процессы происходят в ядре в интерфазе митоза?
11. Сколько клеток образуется в результате митоза и с каким набором хромосом?
12. Какие органеллы принимают участие в образовании веретена деления?
13. В чём состоят эволюционные преимущества полового размножения перед бесполом?
14. Каковы отличия мейоза от митоза?
15. Кем и когда была сформулирована клеточная теория?

Лабораторная работа № 2

ТЕХНИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА БАКТЕРИАЛЬНЫХ СРЕД

Цель работы: освоить технику выращивания микроорганизмов на плотных питательных средах, научиться давать количественную и качественную характеристику микронаселения микробных сред.

Оборудование: предметное и покровное стекла, фильтровальная бумага, препаровальная игла, стеклянная палочка, стаканчик с водой, чашки Петри, МПА, спиртовка, метиленовая синь или фуксин, таблицы.

Микробиологический анализ микробных сред (воздуха, почвы, воды, микробных культур и т.д.) включает в себя следующие этапы:

Выделение микроорганизмов из исследуемой среды в чистую культуру.

Количественный учёт микроорганизмов в среде.

Качественная характеристика микрофлоры исследуемой среды.

Этап 1. Выделение в культуру и количественный учёт микронаселения микробных сред методом засева агаровой пластинки.

Ход работы

1. Приготовление питательной среды. Для выделения микробов из исследуемого воздуха в культуру готовят универсальную среду – мясопептонный агар (МПА). Для этого измельчённое мясо заливают водой, настаивают, полученную мясную воду кипятят – при этом получают мясной бульон. Для усиления питательности к бульону добавляют пептон (гидролизат белка). К мясопептонному бульону (МПБ) добавляют агар-агар, при этом получают МПА. Готовую среду разливают в пробирку, закрывают ватными пробками и стерилизуют в автоклаве.

2. Чашки Петри заворачивают в бумажные пакеты и стерилизуют в сушильном шкафу при температуре 140-160 ° в течение 2-3 часов.

3. Готовят агаровую пластинку. Для этого стерильный МПА расплавляют в кипящей водяной бане, после чего переносят её содержимое в стерильную чашку Петри соблюдая правила стерильности. После остывания на дне чашки Петри образуется агаровая пластинка, готовая к засеву.

4. Засев агаровой пластинки. Засев агаровой пластинки микрофлорой воздуха осуществляют методом оседания. Для этого достаточно открыть чашку со стерильной агаровой пластинкой и оставить её

открытой ровно на 5 минут. При этом микробы из воздуха, оседая с пылью, засевают поверхность пластинки. После окончания засева чашку закрывают и переносят в термостат на 5-7 дней. После окончания срока инкубации в чашке обнаруживаются микробные колонии, каждая из которых заселена потомками той микробной летки, которая попала на соответствующее место агаровой пластинки при её засеве. Следовательно, колонии - это культуры выделенных из воздуха микроорганизмов.

5. Для количественного учёта микробного населения воздуха подсчитывают число колоний, выросших в чашке. Далее рассчитывают микробную загрязнённость воздуха. При этом учитывают тот факт, что на поверхность агаровой пластинки в чашке Петри за 5 минут засева выпадает столько микробных клеток, сколько их приходится на 10 литров воздуха (данная закономерность установлена опытами). Исходя из этого, расчёт микробного загрязнения воздуха ведут по следующей формуле:

$$X = a \times 100, \text{ где}$$

X - численность микробных клеток в 1 м³ воздуха,
 а - число колоний, выросших в чашке.

Полученные результаты необходимо занести в таблицу 1.

Таблица 1

№ п. п.	Место отбора пробы воздуха	Количество колоний в чашке Петри, шт.	Количество микроорганизмов в 1 м ³ воздуха

Этап 2. Качественная характеристика микронаселения микробных сред.

Для санитарно-гигиенической оценки воздуха важно определить не только количество микробов в воздухе, но и их качественный (т.е. видовой) состав. Для этого проводят изучение их признаков, по которым, затем, с помощью специальных определителей, выявляют их принадлежность к тому или иному виду. Идентификацию микроорганизмов проводят по совокупности их признаков: анатомо-морфологических (форма клеток, размеры, наличие ядра, жгутиков и т.д.), культуральных (т.е. признаков, которые проявляются при культивировании).

Ход работы

1. Описывают культуральные признаки исследуемого микроорганизма, проявляемые при его культивировании на плотной питательной среде (т. е. признаки колонии). Их описание ведут в следующей последовательности: размеры, форма, цвет, профиль, поверхность, край, консистенция колонии.

2. Определяют морфологические признаки выделенного микроба. Для этого специальной иглой подхватывают комочек микробной массы из изучаемой колонии, переносят её на предметное стекло в каплю воды, перемешивают, готовят мазок. Препарат микроскопируют, при этом описывают морфологические признаки исследуемого микроба.

3. С помощью определителя проводят идентификацию исследуемого организма по описанным культурально-морфологическим признакам (т.е. определяют его видовую и родовую принадлежность).

Результаты работы

1. Культурально-морфологические признаки исследуемого микроорганизма:

- а) размер колонии
- б) форма колонии
- в) цвет колонии
- г) профиль колонии
- д) поверхность колонии
- е) край колонии
- ж) консистенция колонии
- з) морфологический тип микробной клетки

2. Идентификация исследуемого микроорганизма.

- а) род
- б) вид

Контрольные вопросы

1. Как готовят МПА?
2. Как стерилизуют МПА?
3. К чему сводятся и на что направлены правила стерильности, которые необходимо соблюдать при переносе расплавленного МПА в чашки Петри?
4. Какова техника засева агаровой пластинки микрофлорой воздуха методом оседания?
5. Каким показателем оценивается микробное загрязнение воздуха?
6. Что называют культуральными признаками? Какие из них обнаруживаются у бактерий при их культивировании на плотной питательной среде?
7. Что называют идентификацией микроорганизмов? По каким группам признаков её проводят?

ЗАНЯТИЕ 4. ТКАНИ РАСТЕНИЙ

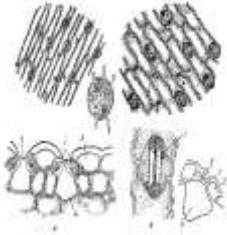
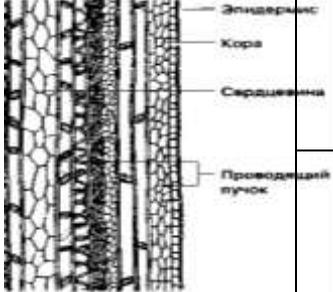
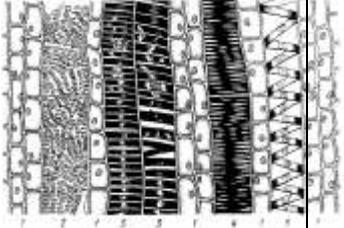
Цель занятий: изучить основные типы растительных тканей, их строение, местонахождение и выполняемые функции.

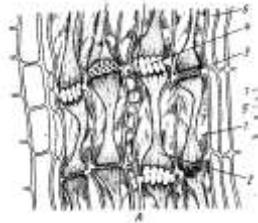
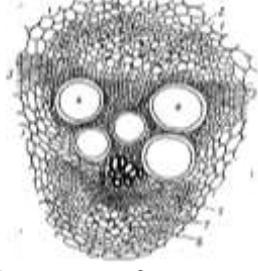
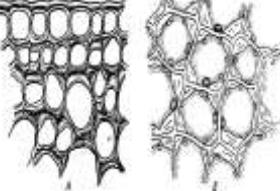
Оборудование: таблицы по биологии, готовые микропрепараты

Задание 1. Изучите имеющиеся препараты растительных тканей, рассмотрите их схематические рисунки, прослушайте пояснения преподавателя и заполните пропущенные колонки таблицы 1.

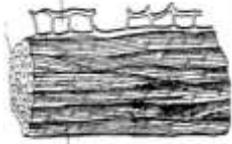
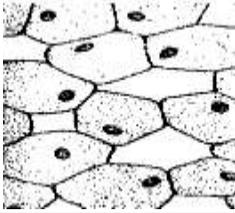
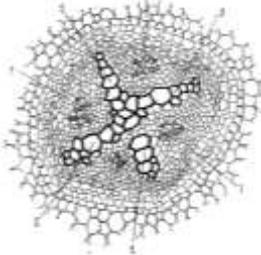
Таблица 1 - Растительные ткани

Наименование ткани	Общий вид	Строение	Местонахождение	Функции
1	2	3	4	5
1.Образовательная 1. Верхушечная	<p>1 - конус нарастания; 2 - зачаток листа; 3 - бугорок пазушной почки</p>		Почки побегов, кончики корней (конусы нарастания)	

1	2	3	4	5
2. Боковая			Между древесиной и лубом стеблей и корней	
2. Покровная. 1. Кожица (эпидермис)	 <p>А - лист ириса; Б - лист кукурузы (1 - замыкающие клетки; 2 - побочные клетки; 3 - устьичная щель; 4 - воздухоносная полость)</p>		Покрывает листья, Зелёные стебли, все части цветка	
2. Пробка			Покрывает зимующие стебли, клубни, корневища, корни	
3. Кorka (покровный комплекс)			Покрывает нижнюю часть стволов деревьев	
3. Проводящая 1. Сосуды	 <p>1 - древесинная паренхима; 2 - точечный сосуд; 3 - кольчатый сосуд; 4 - лестничный сосуд; 5 - спиральный сосуд</p>		Древесина (ксилема), проходящая вдоль корня, стебля, жилки листьев	

1	2	3	4	5
<p>2. Ситовидные трубки</p>	 <p>1 - функционирующий членник ситовидной трубки; 2 - членник ситовидной трубки с закупоренной ситовидной пластинкой; 3 - незакупоренная ситовидная пластинка; 4 - закупоренная ситовидная пластинка; 5 - клетка-спутница; 6 - лубяная паренхима)</p>		<p>Луб (флоэма), расположенный вдоль корня, стебля, жилки листьев</p>	
<p>3. Проводящие сосудисто-волокнистые пучки</p>	 <p>1 - паренхима; 2 - наружная флоэма; 3 - камбий; 4 - вторичная ксилема; 5 - первичная ксилема; 6 - внутренняя флоэма; 7 - ситовидная пластинка</p>		<p>Центральный цилиндр корня и стебля, жилки листьев и цветков</p>	
<p>4. Механическая (волокна) 1. Колленхима</p>	 <p>Типы колленхимы (поперечные срезы): А - пластинчатая (осот); Б - угловатая (свекла)</p>		<p>Вокруг проводящих сосудисто-волокнистых пучков</p>	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
2. Склеренхима	 <p>1 - щелевидная пора; 2 - паренхимные клетки</p>			
5. Основная			Мякоть листа, зелёные стебли	
1. Ассимиляционная				
2. Запасная			Корнеплоды, клубни, луковичи, плоды, семена	
6. Выделительная (секреторная)	 <p>1 - флоэмные участки 2 - ксилемные участки</p>		Все органы растений	

Задание 2. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите, в каких органах растения находятся механические ткани:

- | | |
|--------------|--------------------------------------|
| а) в корне; | д) в плодах; |
| б) в стебле; | е) в семени; |
| в) в листе; | ж) во всех органах; |
| г) в цветке | з) во всех органах, кроме (а) и (г). |

Задание 3. Изучив имеющийся материал по данной теме, назовите тканевые структуры растений, участвующие в газообмене:

- | | |
|--------------|---------------|
| а) кутикула | г) сосуды; |
| б) трахеиды; | д) млечники; |
| в) устьица; | е) чечевички. |

Контрольные вопросы

1. Что называют тканью в растительных организмах?
2. Какие главные группы тканей выделяют у растений?
3. Как классифицируют образовательные ткани, чем они покрыты, и отчего зависит их название?
4. Чем покрыты, например, листья, побеги, основание ствола 20-ти летней яблони?
5. Какая проводящая ткань имеется в древесине и какую функцию выполняет?
6. Все ли органы имеют древесину?
7. Как называется проводящий комплекс, состоящий из древесины и луба?
8. Какая ткань образует сердцевину стебля, запасает питательные вещества, осуществляет фотосинтез, накапливает воздух и воду?

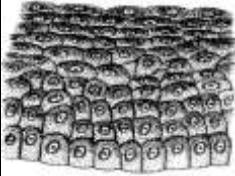
ЗАНЯТИЕ 5. ТКАНИ ЖИВОТНЫХ

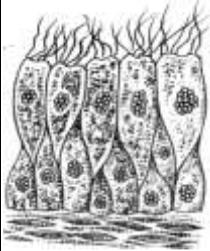
Цель занятий: изучить основные типы тканей животных, их строение, местонахождение и выполняемые функции.

Оборудование: таблицы по биологии, готовые микропрепараты

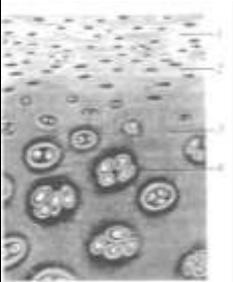
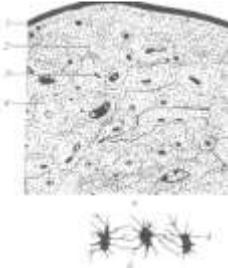
Задание 1. Изучите имеющиеся препараты тканей животных, рассмотрите их схематические рисунки, прослушайте пояснения преподавателя и заполните пропущенные колонки таблицы 1.

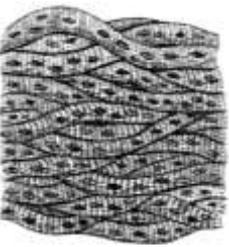
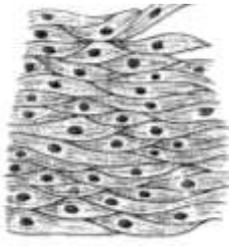
Таблица 1 - Группы тканей животных

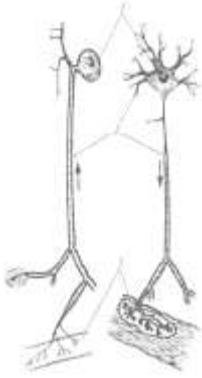
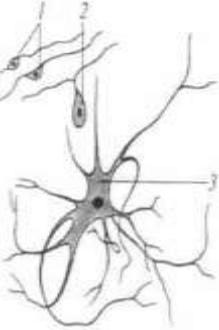
Наименование ткани		Общий вид	Строение	Местона- хождение	Функции
Группа тканей	Виды тканей				
	1	2	3	4	5
Эпителий	Плос- кий			Поверхность кожи, пищевод	

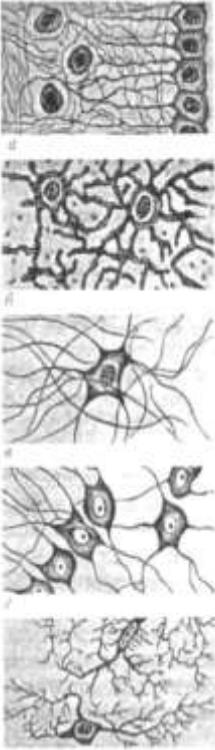
	1	2	3	4	5
	Железистый			Железы кожи, желудок, кишечник, железы внутренней секреции	
	Мерцательный (реснитчатый)				
Соединительная ткань	Плотная волокнистая			Кожа сухожилий, связки, оболочки кровеносных сосудов	
	Рыхлая волокнистая			Подкожная жировая клетчатка	

1 — фибробласт;
2 — эластическое волокно;
3 — лимфоцит;
4 - оседлый макрофагоцит (гистиоцит);
5 — коллагеновое волокно

1	2	3	4	5
Хрящевая	 <p data-bbox="333 564 566 839">/ — надхрящница; 2 — зона хряща с молодыми хрящевыми клетками (хондрогенный слой); 3 — основное (межклеточное) вещество; 4 — группы хондоцитов (зрелые хрящевые клетки)</p>		Межпозвоночные диски, хрящи, поверхность суставов	
Костная	 <p data-bbox="338 1203 566 1337"><i>a</i> — шлиф кости (малое увеличение); <i>б</i> — костные клетки (большое увеличение);</p>		Кости скелета	

	1	2	3	4	5
	Кровь и лимфа	 <p>а — базофил; б — ацидофильный гранулоцит; в — сегментоядерный гранулоцит; г — эритроцит; д — моноцит; е — лимфоцит; ж: — тромбоцит</p>		Кровеносная система	
Мышечная	Скелетная поперечно-полосатая			Скелетные мышцы,	
	Сердечная поперечно-полосатая			Сердечная мышца	
	Гладкая			Стенки пищеварительного тракта	

	1	2	3	4	5
Нервная	Нервные клетки (нейроны)	 <p>Строение чувствительного (слева) и двигательного (справа) нейронов: 1 — тело нервной клетки; 2—отростки клетки; 3— нервные окончания</p>		Образуют серое вещество головного и спинного мозга	
	Нервные волокна	 <p>1 – биполярные нейроны; 2 – псевдоуниполярные нейроны; 3 – мультиполярные нейроны</p>			

1	2	3	4	5
Клетки нейроглии	 <p data-bbox="348 995 552 1211"> <i>a</i> — эпендимоциты; <i>б</i> — протоплазматические астроциты; <i>в</i> — волокнистые астроциты; <i>г</i> — олигодендроглиоциты; <i>д</i> — микро-глия </p>			

Контрольные вопросы

1. Из каких тканей состоят органы животных?
2. Какие ткани формируют опорно-двигательную систему?
3. Назовите основные функции нервной ткани.
4. Какие ткани выполняют защитную функцию?

ЗАНЯТИЕ 6. ОБЗОР ЦАРСТВА РАСТЕНИЯ (PLANTAE)

Цель занятий: изучить особенности растений, их классификацию, значение.

Оборудование: таблицы по биологии

Общая характеристика и значение растений.

Растения - это эукариотические автотрофные фотосинтезирующие организмы. Царство растений насчитывает около 500 тыс. видов. Растения являются продуцентами органических веществ и основным источником энергии для других живых организмов. Любые пищевые цепи начинаются с зелёных растений. Они же определяют характер биоценоза, защищают почву от эрозии. Растения служат источником кислорода воздуха и оказывают значительное влияние на климат Земли. Человек использует около 1,5 тыс. видов культурных растений как пищевые, технические и лекарственные ресурсы. Продукты питания растительного происхождения обеспечивают организм человека белками, жирами, углеводами и витаминами. Растения вырабатывают **фитогормоны** (вещества, способные усиливать физиологические процессы) и **фитонциды** (вещества, способные угнетать рост микроорганизмов или убивать их).

Царству растений присущ ряд отличительных признаков:

1. Автотрофный (фототрофный) тип питания. Встречаются также виды с миксотрофным (насекомоядные растения) и гетеротрофным (растения-паразиты) питанием.

2. Специфические черты в организации растительной клетки: окружена клеточной стенкой, образованной целлюлозой; имеет плазмиды; содержит крупные вакуоли; основным запасным веществом является крахмал.

3. Неподвижный, в основном прикрепленный, образ жизни. Поэтому растения не имеют костей, мышечной и нервной систем. Движения растений связаны с перемещением их частей тела: ростовые движения корней и стеблей, движение листьев в зависимости от времени суток и освещённости и др.

4. рост возможен в течение всей жизни и осуществляется только в определённых участках тела. Тело большинства растений в той или иной степени ветвится.

5. чередование гаплоидной (гаметофит) и диплоидной (спорофит) фаз развития.

6. Практически нет специальных экскреторных органов.

7. Расселение происходит спорами и семенами, находящимися в состоянии покоя.

Растения делят на *низшие* и *высшие*.

Низшие растения.

У низших растений тело (слоевище или таллом) не расчленено на ткани и органы. К ним относятся Красные водоросли (Багрянки), Настоящие водоросли и Лишайники.

Отдел водоросли - весьма разнообразная, в филогенетическом отношении разнородная и древняя группа растений. Их насчитывают примерно 30 тыс. видов. Размеры водорослей зависят от уровня их организации - от микроскопических одноклеточных сине-зелёных до многоклеточных видов (бурые водоросли), размер которых может достигать нескольких метров. Тело может быть представлено одной клеткой, колонией клеток или одноклеточным слоевищем. Водоросли распространены в морских и пресных водоёмах и во влажной среде на суше.

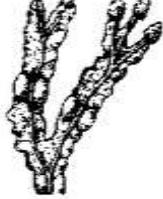
Отдел лишайники – симбиотические организмы, тело которых состоит из двух компонентов – автотрофного (сине-зелёные водоросли) и гетеротрофного (грибы). Симбионты образуют устойчивые морфологические типы и характеризуются особыми физиологическими и биохимическими процессами.

Задание 1. Изучив имеющийся материал по данной теме, из перечисленных ниже признаков выберите характерные для водорослей:

- а) тело разделено на стебель, корень и листья;
- б) эукариотические клетки содержат хлорофилл;
- в) эволюционируют преимущественно в воде и полностью освоили её;
- г) споровые растения;
- д) органы размножения одноклеточные;
- е) смена поколений закономерна;
- ж) органы размножения многоклеточны;
- з) смена поколений зависит от изменений в окружающей среде.

Задание 2. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните таблицу 1.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика некоторых групп низших растений

Отдел	Представители	Строение тела	Основные способы питания	Способы размножения	Значение
1	2	3	4	5	6
Красные водоросли	 <p>Хондрус</p>  <p>Кораллина</p>				
Зелёные водоросли	 <p>Улотрикс</p>  <p>Хламидомонас</p>				
Бурые водоросли	 <p>Фукус пузырчатый</p>  <p>Халидрис стручковый</p>				

Задание 3. Изучив имеющийся материал по данной теме, установите соответствие:

- | | |
|---------------|------------------------------|
| 1. Спорофит. | а) образование спор; |
| 2. Гаметофит. | б) наличие архегоний; |
| | в) гаплоидность клеток тела; |
| | г) образование гамет; |
| | д) диплоидность клеток тела; |
| | е) наличие антеридиев. |

Задание 4. Изучив имеющийся материал по данной теме, отметьте, какую роль в лишайниках играют гриб и водоросль:

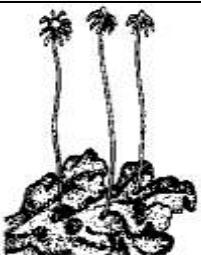
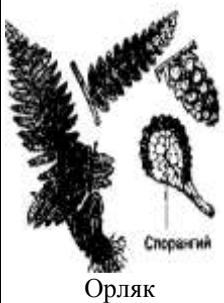
- | | |
|--------------|--|
| 1. Гриб | а) защита от высыхания; |
| 2. Водоросль | б) получение раствора минеральных солей; |
| | в) защита от механических воздействий; |
| | г) получение органических соединений; |
| | д) защита от крайних температур. |

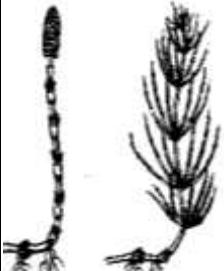
Высшие растения.

К высшим относятся растения следующих отделов: мхи, плауны, хвощи, папоротники, голосеменные, покрытосеменные (цветковые). В отличие от низших у высших растений имеются ткани и органы. Сверх того у всех высших мужские и женские репродуктивные органы многоклеточные. Онтогенез у высших растений подразделяется на эмбриональный и постэмбриональный периоды. Для них характерно закономерное чередование двух поколений – полового (гаметофит) и бесполого (спорофит). Высшие растения по строению женских половых органов подразделяются на две крупные группы: архегониальные и пестичные. Систематическое положение всех отделов высших растений отражает их появление на Земле усложнение строения тела, связанное с изменением условий жизни в процессе исторического развития органического мира: Моховидные → Папоротниковидные → Хвощевидные → Плауновидные → Голосеменные → Покрытосеменные.

Задание 5. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните таблицу 2.

Таблица 2 - Сравнительная характеристика отделов высших растений

	Отдел	Представители	Жизненная форма	Преобладающее поколение	Размножение	Значение
1	2	3	4	5	6	7
Высшие споровые	Мохообразные	 <p>Маршанция</p>				
	Папоротникообразные	 <p>Орляк</p>				
	Плауновые	 <p>Плаун булавовидный</p>				

		3	4	5	6	7
	Хвощевые	 <p>Хвощ полевой</p>				
Семенные	Голосеменные	 <p>Сосна</p>				
	Покрытосеменные	 <p>Вьюнок полевой</p>				

Задание 6. Изучив имеющийся материал по данной теме, назовите основные признаки семенных растений:

- а) спорофит преобладает; гаметофит редуцирован;
- б) у гаметофита есть корни, стебель, листья с проводящими тканями;
- в) разноспоровые растения;
- г) на стеблях и листьях расположены сложные проводящие ткани;
- д) имеют два типа спор: мегаспору (зародышевый мешок) и микроспору (пыльцевое зерно);
- ж) образуют семена (оплодотворённые семязачатки);

- з) спорофит прикреплен к гаметофиту, полностью зависит от него и питается за его счёт;
- и) неплывающие мужские гаметы.

Задание 7. Изучив имеющийся материал по данной теме, каждому отделу, приведённому в левой колонке, подберите характерные особенности:

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Моховидные | а) размножение спорами; |
| 2. Папоротниковидные. | б) размножение семенами; |
| 3. Голосеменные. | в) вегетативная форма – диплоидная; |
| | г) вегетативная форма – гаплоидная; |
| | д) гаметофит развивается за счёт материнского организма; |
| | е) гаметофит развивается самостоятельно; |
| | ж) ризоиды; |
| | з) образуется пыльцевая трубка; |
| | и) корневая система. |

Задание 8. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите характерные черты женских и мужских шишек голосемянных растений:

- | | |
|------------------|--|
| 1. Женские шишки | а) присутствуют пыльцевые мешки; |
| 2. Мужские шишки | б) наличие семязачатков; |
| | в) характерны укороченные побеги со спирально расположенными спорофиллами; |
| | г) образуются женские гаметофиты; |
| | д) развиваются мегаспоры; |
| | е) формируются пыльцевые зёрна; |
| | ж) наличие яйцеклеток; |
| | з) формируются семена; |
| | и) образуются мужские гаметофиты; |
| | к) развиваются микроспоры. |

Контрольные вопросы

1. Почему водоросли не могут быть отнесены к высшим растениям?
2. Какие организмы составляют тело симбиотического растения- лишайника?
3. Каково происхождение плауновидных? Как размножаются растения этого отдела?
4. Каково систематическое положение моховидных среди высших растений?
5. Когда и от каких предков возникли хвощевидные?
6. какие условия необходимы для размножения папоротников в сравнении с предыдущими разделами?
7. Почему разноспоровые папоротники хорошо переносят меняющиеся условия жизни?
8. Каковы причины широкого распространения голосеменных на суше?
9. Охарактеризуйте ароморфные черты строения покрытосеменных растений, обеспечивающих их распространение в современной флоре?
10. Какова роль цветковых растений в народном хозяйстве?

ЗАНЯТИЕ 7. ОБЗОР ЦАРСТВА ЖИВОТНЫЕ

Цель занятий: изучить особенности животных, их классификацию, значение.

Оборудование: таблицы по биологии.

Животные – это эукариотические гетеротрофные организмы, которых среди обитателей нашей планеты насчитывают 1,5-2 млн. видов.

Царству Животные присущ ряд отличительных признаков:

1. Гетеротрофный тип питания: у большинства голозойное, у некоторых осмотрофное.

2. Специфические черты в организации животной клетки: не имеет клеточной стенки (поэтому может принимать различную форму), система вакуолей не развита, имеются центриоли, многие клетки снабжены ресничками или жгутиками, основное питательное вещество – гликоген.

3. Четыре типа тканей: эпителиальная, соединительная, мышечная нервная.

4. В основном подвижный образ жизни, что связано с развитием опорно-двигательной и нервной систем.

5. Имеются экскреторные органы и выделяются азотсодержащие продукты жизнедеятельности (аммиак, мочевины, мочевая кислота и др.).

6. Для высших характерны сложные поведенческие реакции. Высоко организованные формы способны осуществлять процессы высшей нервной деятельности.

7. У большинства имеются нервная и гуморальная системы регуляции (у растений только гуморальная).

8. имеется защитная (иммунная) система.

9. Рост диффузный (т.е. рост всей поверхности, а не за счёт определённых ростовых точек и ограниченный).

10. Жизненные циклы проще, чем у растений. Гаплоидная стадия представлена только гаметами (за исключением споровиков и фораминифер).

В настоящее время зоологи делят царство животных на два подцарства – *одноклеточные* и *многоклеточные*.

Подцарство Одноклеточные.

К одноклеточным или простейшим относятся животные, тело которых морфологически соответствует одной клетке, будучи вместе с

тем самостоятельным целостным организмом со всеми присущими ему функциями. Общее число видов простейших превышает 30 тыс.

Строение. Подавляющее большинство простейших имеют микроскопические размеры, однако есть крупные многоядерные и колониальные формы. Наименьшие из одноклеточных – 3-4 мк, некоторые же достигают 50-150 мк. План строения простейших соответствует общим чертам организации эукариотической клетки. Некоторые простейшие не имеют постоянной формы тела (например, саркодовые) и способны захватывать пищу всей поверхностью тела. Другие имеют постоянную форму и обладают постоянными пищеварительными органоидами: клеточной воронкой, клеточным ртом, глоткой, а также органоидом выделения непереваренных остатков – порошицей.

Иницирование. В неблагоприятных условиях ядро с небольшим объёмом цитоплазмы, содержащим необходимые органоиды, окружается толстой многослойной капсулой и переходит от активного состояния к покою. При попадании в благоприятные условия цисты «раскрываются», и из них выходят простейшие в виде активных и подвижных особей.

Размножение. Основная форма размножения простейших – бесполое размножение путём митотического деления клетки. Однако встречается и половой процесс. Как правило, в благоприятных условиях одноклеточные животные размножаются бесполым путём, а при наступлении неблагоприятных условий – половым.

Среда обитания простейших чрезвычайно разнообразна. Многие живут в морях (некоторые входят в состав бентоса, некоторые являются компонентами морского планктона). Многие виды простейших являются компонентами пресных водоёмов. Некоторые виды живут в почве, другие паразитируют на растениях, животных и человеке.

Задание 1. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите, какие утверждения нельзя считать верными, если сравнивать отдельную высокоспециализированную клетку многоклеточного животного с клеткой простейшего.

а) клетка простейшего не может выполнять функции самостоятельного организма;

б) клетка многоклеточного организма выполняет, как правило, какую-либо одну функцию;

в) протоплазма клетки простейшего организована очень сложно;

г) единственная клетка простейшего в состоянии выполнять все жизненно важные функции;

д) специфическая функция выполняется специализированной клеткой многоклеточного организма менее эффективно, чем любая

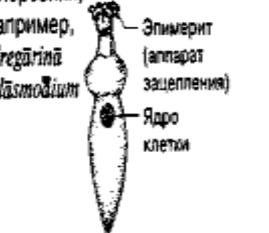
жизненно важная функция, осуществляемая клеткой простейшего;

е) структура протоплазмы специализированной клетки многоклеточного организма в сравнении с клеткой простейшего значительно проще, но специфическая функция выполняется клеткой гораздо активнее.

Задание 2. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните таблицу 1.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика основных классов простейших

Класс	Представители, строение	Способ питания	Размножение	Экология
1	2	3	4	5
Жгутиковые	<p>Эвгленовые, например <i>Euglena</i>, <i>Colloida</i></p> 			
	<p>Жгутиковые, например, <i>Trypanosoma</i>, <i>Trichomonas</i>, <i>Protozoa</i></p> 			

Саркодовые	<p>Корненожки, например амебы</p> 			
1	2	3	4	5
Реснитчатые	<p><i>Инфузория туфелька</i></p> 			
Споровики	<p>Споровики, например, <i>Греггитий</i>, <i>Плазмодий</i></p> 			

Задание 3. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите функции органелл специального назначения, характерных для различных групп простейших:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Реснички. | а) питание; |
| 2. Трихоцисты. | б) светочувствительность; |
| 3. Сократительная вакуоль. | в) движение; |
| 4. Пищеварительная вакуоль. | г) синтез белка; |
| 5. Стилгия. | д) транспорт веществ; |
| 6. Жгутики. | е) защита; |
| 7. Ложноножки. | ж) осморегуляция; |

- з) фотосинтез;
- и) хемосинтез.

Задание 4. Изучив имеющийся материал по данной теме, перечислите функции сократительной вакуоли:

- а) пищеварение;
- б) дыхание;
- в) участие в передвижении;
- г) выделение;
- д) осморегуляция;
- е) размножение.

Задание 5. Изучив имеющийся материал по данной теме, назовите простейших, которых можно отнести к паразитическим:

- а) амёба протей;
- б) лейшмания;
- в) вольвокс;
- г) эвглена зелёная;
- д) инфузория туфелька;
- е) малярийный плазмодий;
- ж) дизентерийная амёба;
- з) лямблия;
- и) балантидия.

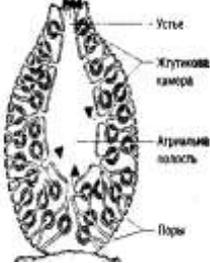
Подцарство Многоклеточные.

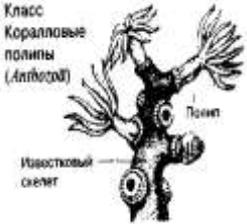
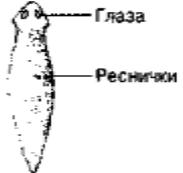
Эволюция одноклеточных пошла по пути возникновения многоклеточности и специализации клеток на выполнение различных функций: защитной, пищеварительной, двигательной, и др. Разделение функций между отдельными группами клеток привело к усилению их взаимной зависимости. Жизнедеятельность отдельных клеток в этом случае направлена на обеспечение существования всего организма и зависит от деятельности других клеток.

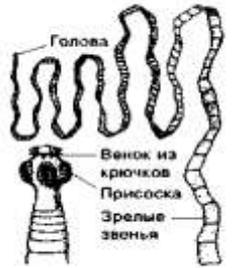
Среди современных многоклеточных выделяют две крупные группы: *радиально-симметричные*, или *двухслойные*, имеющие экто- и эндодерму, и *двусторонне-симметричные*, или *трёхслойные*, имеющие третий зародышевый листок – мезодерму. К первой группе относят типы *губок* и *кишечнополостных*, ко второй – *плоских, круглых и кольчатых черве, моллюсков, членистоногих, иглокожих и хордовых*. Все эти типы, за исключением хордовых, объединяют в группу беспозвоночных.

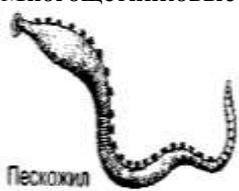
Задание 6. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните таблицу 2.

Таблица 2 - Сравнительная характеристика основных типов беспозвоночных животных

Систематическое положение		Строение тела			Пищеварение	Дыхание	Кровеносная система	Нервная система	Органы чувств	Выделительная система	Органы размножения
Тип	Класс, представитель	Тело	Покров, мышцы	Полость тела							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Губки или поровые	Туалетная губка 										
	Класс Сцифоидные (Scyphozoa) 										

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<p>Класс Гидроидные полипы (Hydrozoa)</p> 										
	<p>Класс Коралловые полипы (Anthozoa)</p> 										
Плоские черви	<p>Ресничные (<i>Turbellaria</i>)</p>  <p>Молочная планария</p>										

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<p data-bbox="255 190 502 212">Сосальщнки (<i>Trematoda</i>)</p>  <p data-bbox="367 380 494 459">Большой печеночный сосальщик</p>										
<p data-bbox="255 509 446 548">Ленточные черви (<i>Cestoda</i>)</p>  <p data-bbox="255 840 414 884">Свиной цепень (вооруженный)</p>										

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Круглые черви	<p>Нематоды</p> 										
Кольчатые черви	<p>Малощетинковые</p>  <p><i>Долгий червь</i></p> <p>Многощетинковые</p>  <p><i>Пескожил</i></p>										

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<p>Пиявки</p>  <p>Медицинская пиявка</p>										
Моллюски	<p>Виноградная улитка (Gastropoda)</p>  <p>Виноградная улитка</p>										
	<p>Двустворчатые (Bivalvia)</p>  <p>Беззубка</p>										

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<p>Головоногие (Cephalopoda)</p>  <p>Кальмар</p>										
Членистоногие	<p>Паукообразные (Arachnida)</p>  <p>Скорпион</p>										

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<p>Ракообразные (<i>Crustacea</i>)</p> 											
<p>Клетки Насекомые (<i>Insecta</i>)</p>  <p>Оса</p>											
<p>Многоножки (<i>Progneata</i>)</p>  <p>Кисляки</p>											

Тип Хордовые.

Хордовые животные возникли в начале палеозойской эры. Произошли они от общего с иглокожими вторичноротого предка, ведущего, в свою очередь, начало от неспециализированных свободноживущих многощетинковых кольчатых червей.

Сравнительно небольшое число морфофизиологических преобразований привело новую группу животных на путь арогенеза:

1. Появление осевого скелета хорды как альтернативы другому типу опоры и месту прикрепления мышц – наружному скелету (хитиновому покрову) у членистоногих.

2. Изменение характера внутренней упорядоченности и взаимного расположения частей организма: ротовое отверстие – вторичный рот возникает на месте заднепроходного отверстия беспозвоночных, а blastopore (первичный рот), напротив, начинает выполнять функцию порошицы. Нервная система с брюшной стороны перемещается на спинную и располагается над хордой, пищеварительная трубка оказывается под хордой.

3. Появление принципиально нового типа нервной системы в виде трубки, образующейся в онтогенезе как впячивание эктодермы внутрь зародыша.

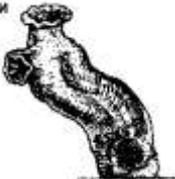
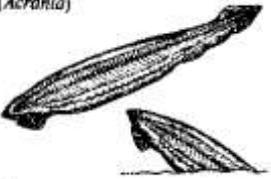
4. Связь органов газообмена с пищеварительной системой: появление жаберных щелей в переднем отделе глотки превратило дыхание из пассивного в активный процесс, связанный с пищеварением. Это приобретение усилило потребление кислорода и стало основой повышения интенсивности обменных процессов и всей жизнедеятельности хордовых животных.

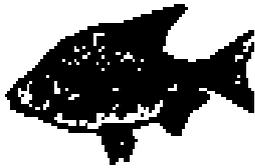
5. Возникновение сердца, расположенного на брюшной стороне тела под хордой и пищеварительной трубкой, а также замена гладкой мускулатуры предков на поперечнополосатую соматическую мускулатуру.

Исходя из общности происхождения и сходства строения на различных этапах индивидуального развития, тип хордовых объединяет три крупных группы: *подтипы бесчерепных, оболочников и черепных, или позвоночных.*

Задание 7. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните таблицу 3.

Таблица 3 - Сравнительная характеристика основных классов типа хордовых

Подтип, класс	Строение тела				пищеварительная система	кровеносная система	дыхательная система	выделительная система	нервная система	размножение, оплодотворение, развитие зародыша
	отделы тела	покров	Скелет							
			туловище	конечности						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Оболочники (<i>Tunicata</i>)  Асцидия										
Бесчерепные (<i>Ascalia</i>)  Ланцетник										

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Черепные	Рыбы 											
	Земноводные 											
	Пресмыкающиеся 											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Птицы 										
Млекопитающие 										

Контрольные вопросы

1. Докажите, что план строения тела одноклеточных соответствует общим чертам организации эукариотических клеток.
2. Каковы особенности размножения одноклеточных?
3. Какие ароморфные черты организации свойственны кишечнополостным?
4. Назовите особенности ленточных червей обусловленные паразитическим образом жизни.
5. Какие ароморфные черты организации круглых червей способствовали их появлению на земле?
6. Какие особенности строения и жизнедеятельности позволили членистоногим занять одну из высших ступеней в эволюционном развитии беспозвоночных?
7. Укажите среды обитания членистоногих.
8. Какие особенности строения бесчерепных отражают общий план строения хордовых?
9. Какие особенности морфофизиологической организации позволили позвоночным широко распространиться и проникнуть во все среды обитания?
10. Сравните способы добывания пищи рыбами различных экологических групп.
11. Охарактеризуйте признаки земноводных, позволившие им жить на суше.
12. Каковы особенности дыхания земноводных?
13. Сравните кровеносную систему рыб и амфибий, сделайте вывод.
14. Какие прогрессивные изменения строения и жизнедеятельности пресмыкающихся позволили им разорвать связь с водной средой?
15. Сравните строение скелета амфибий и пресмыкающихся, сделайте вывод.
16. С какими ароморфозами в эволюции животных связано появление птиц?
17. В чём выражается специфика дыхания птиц?
18. Какие черты строения млекопитающих обеспечили им более высокую организацию среди позвоночных?
19. Что лежит в основе сложного поведения млекопитающих и многообразия их реакций на условия внешней среды?

ЗАНЯТИЕ 8. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Цель занятий: изучить общий план строения тела человека, системы органов человека, гуморальную и нервную регуляции.

Оборудование: таблицы по биологии.

Изучением организма человека и его здоровья занимаются такие биологические науки как **анатомия** (наука о строении и форме организма, его органов и их систем), **физиология** (наука о функциях целого организма, его органов и их систем), **гигиена** (наука о влиянии условий жизни и труда на здоровье человека), **валеология** (наука о сохранении и укреплении здоровья).

Общий план строения человека.

Принципиальный план строения тела человека такой же как у всех млекопитающих. В теле человека выделяют голову, шею, туловище и две пары конечностей – верхние и нижние. У человека ярко выражен половой диморфизм. Независимо от этого люди разделяются по **конституционным типам**:

- **мезоморфный** (от греч. mesos- средний) - относятся люди, чьи анатомические пропорции приближаются к средним параметрам нормы (их называют также **нормостениками**);

- **брахиморфный** (от греч. brachys – широкий) - относятся люди обычно невысокого роста, у которых преобладают переднезадние размеры. Они отличаются круглой головой, большим животом, относительно слабыми руками и ногами (**гиперстеники**);

- **долухоморфный** (от греч. doluchos- длинный) - это люди, отличающиеся стройностью, лёгкостью, подкожный жировой слой почти отсутствует (**астеники**).

Прослеживается связь между определенным соматическим типом человека и предрасположенностью к ряду заболеваний, а также с характером поведения.

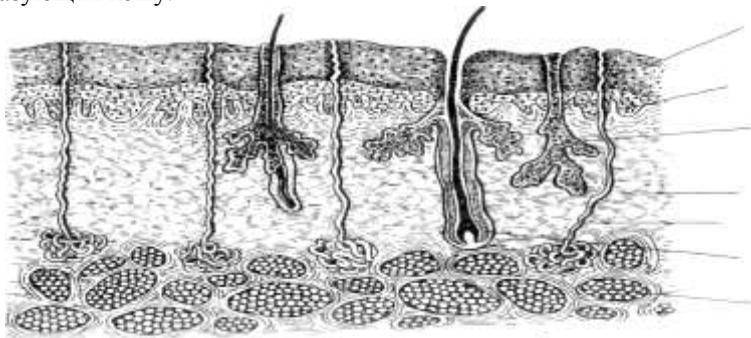
Ткани и органы.

У человека различают 4 основных вида тканей: **эпителиальную** (однослойный эпителий, многослойный эпителий, железистый эпителий); **соединительную** (рыхлая волокнистая и плотная волокнистая, жировая, костная, ретикулярная, кровь и лимфа); **мышечную** (скелетная поперечно-полосатая, гладкая, сердечная) и **нервную**.

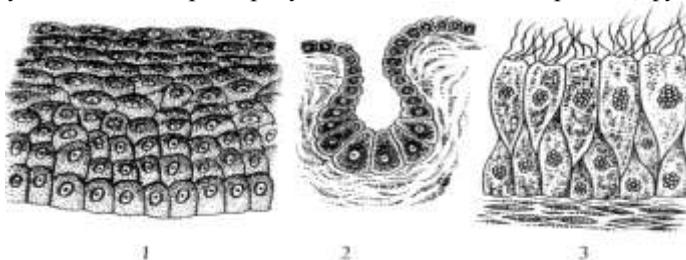
Покровы тела.

Снаружи тело человека покрыто кожей, которая состоит из эпидермиса и дермы.

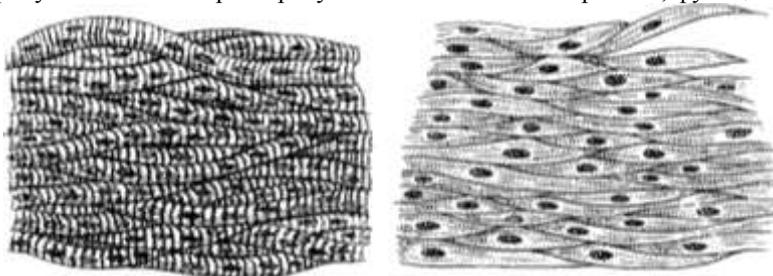
Задание 1. Рассмотрите рисунок. Надпишите названия слоев, образующих кожу.



Задание 2. Рассмотрите рисунок. Назовите изображенные на рисунке ткани. Охарактеризуйте особенности их строения, функции.



Задание 3. Рассмотрите рисунок. Назовите изображенные на рисунке ткани. Охарактеризуйте особенности их строения, функции.

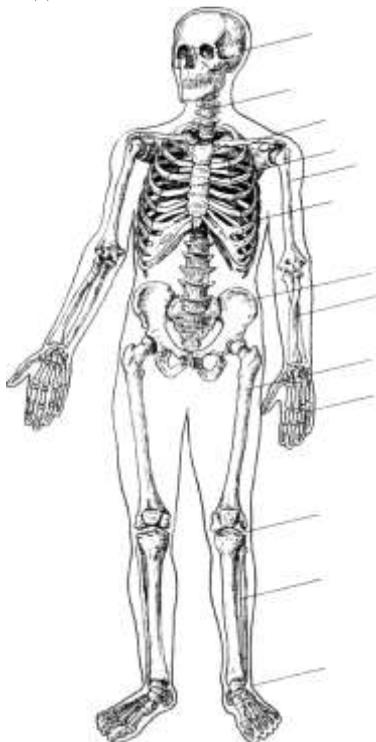


Задание 4. Изучив имеющийся материал по данной теме, зарисуйте нейрон, подпишите названия его частей. Какую роль в организме человека выполняет нервная ткань?

Опорно-двигательная система.

Опорой тела служит **скелет** (от греч. skeleton-высохший, высушенный). Кости скелета защищают внутренние органы от механических повреждений, к ним прикрепляются мышцы. В состав скелета входит более 200 костей, которые составляют осевой скелет и добавочный. К **осевому** скелету относятся: позвоночный столб (26 костей), череп (29 костей), грудная клетка (25 костей); **добавочному**: кости верхних (64) и нижних (62) конечностей. Кости скелета представляют собой рычаги, приводимые в движение мышцами.

Задание 5. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите рисунок. Надпишите названия костей.



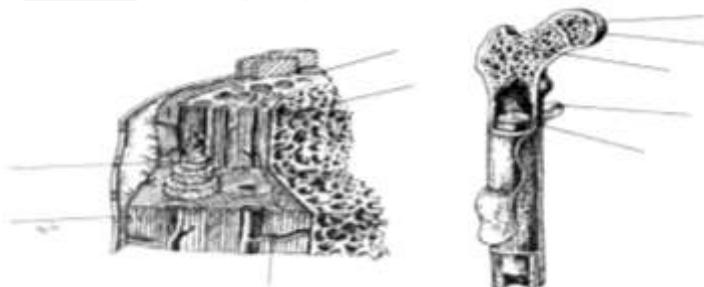
Задание 6. Изучив имеющийся материал по данной теме, ответьте на дайте ответы на следующие вопросы:

1. Какие вещества входят в состав костей?
2. Что придает костям прочность?

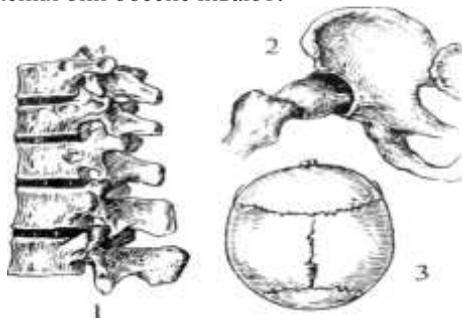
Задание 7. Рассмотрите рисунок. Подчеркните одной чертой трубчатые кости, двумя — широкие кости, тремя — специальные кости.



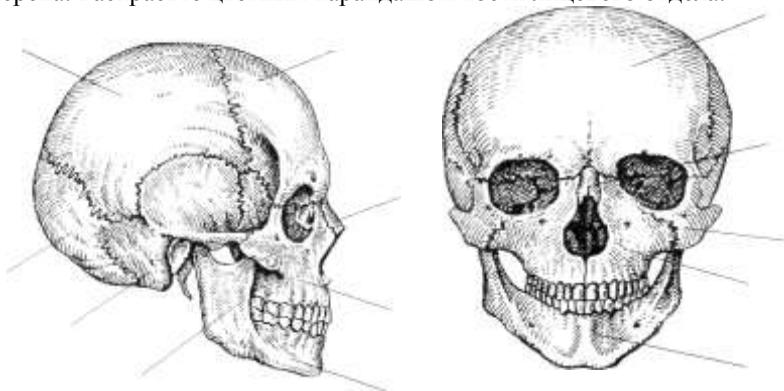
Задание 8. Рассмотрите рисунки. Сделайте подписи.



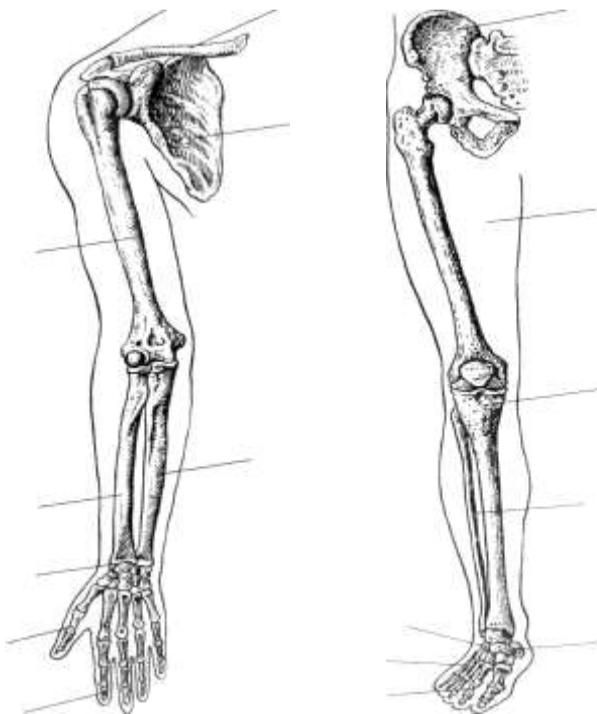
Задание 9. Назовите изображенные на рисунке соединения костей. Какие движения они обеспечивают?



Задание 10. Рассмотрите рисунок. Надпишите названия костей черепа. Раскрасьте цветным карандашом кости лицевого отдела.



Задание 11. Рассмотрите рисунок. Напишите названия костей пояса верхних и нижних конечностей.



Мышечная система.

Мышцы человека, как и скелет, развиваются из мезодермы. Различают два типа мышц – гладкие и поперечнополосатые (скелетные).

Гладкие мышцы входят в состав стенок полых внутренних органов – пищевода, желудка, кишечника, кровеносных и лимфатических сосудов, трахеи и бронхов, мочевого пузыря, матки и некоторых других. Гладкие мышцы состоят из отдельных веретеновидных клеток.

Поперечнополосатые мышцы, за небольшим исключением, прикрепляются к костям скелета, обеспечивают положение тела в пространстве и его движение.

Насчитывают более 400 скелетных мышц. Они состоят из мышечных волокон длиной от 1 мм до нескольких сантиметров. Это цилиндрические структуры с большим количеством ядер, расположенных по периферии. Характерный признак скелетных мышечных волокон – их поперечная исчерченность.

Для сокращения и расслабления мышц требуется затрата энергии. В качестве источника энергии служат молекулы АТФ.

Задание 12. Изучив имеющийся материал по данной теме, установите соответствие:

- | | |
|--------------------|-----------------------------|
| 1. Длинные мышцы. | а) трапециевидная; |
| 2. Широкие мышцы. | б) прямая мышца живота; |
| 3. Короткие мышцы. | в) наружные межрёберные; |
| | г) поперечная мышца живота; |
| | д) двуглавая мышца плеча; |
| | е) икроножная) |
| | ж) внутренние межрёберные. |

Задание 13. Изучив имеющийся материал по данной теме, установите соответствие:

- | | |
|--|----------------|
| 1. Положение мышц внутри (медиально) от сустава. | а) сгибание; |
| 2. положение мышц снаружи (латерально) от сустава. | б) разгибание; |
| 3. положение мышц спереди от сустава. | в) отведение; |
| 4. Положение мышц сзади от сустава. | г) приведение; |
| 5. Положение мышц поперечно по отношению к вертикальной оси. | д) вращение. |

Задание 14. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите, какие структурные элементы входят в состав скелетной мышцы:

- | | |
|---|----------------------|
| а) гладкие мышечные клетки; | ж) надкостница; |
| б) эпителиальные клетки; | з) нервы; |
| в) соединительнотканые прослойки; | и) сухожилия; |
| г) пучки поперечнополосатых мышечных волокон; | к) выводные протоки; |
| д) фасции; | л) сосуды. |
| е) суставная сумка; | |

Задание 15. Изучив имеющийся материал по данной теме, отметьте, как прикрепляются мышцы к костям:

- | | |
|----------------|--|
| а) брюшком; | г) поперечнополосатой мышечной тканью; |
| б) сухожилием; | д) хвостом. |
| в) головкой; | |

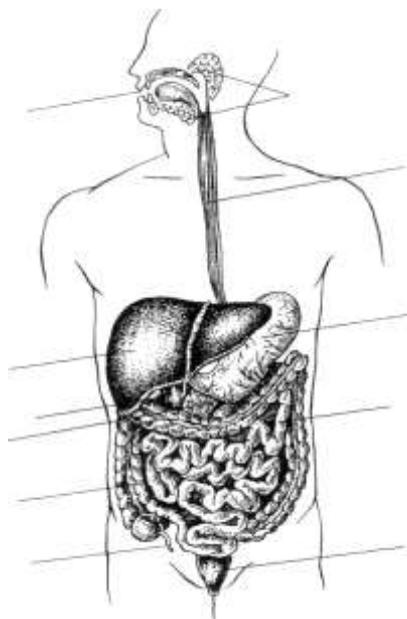
Система органов пищеварения.

При поступлении в организм пища подвергается механической и химической обработке. Эти процессы происходят в органах пищеварения, которые состоят из **пищевода, желудка, кишечника и желёз**. Расщепление пищи невозможно без ферментов, вырабатываемых пищеварительными железами.

Пищеварительный канал имеет длину около 8-10 м и на всём протяжении образует расширения – полости и сужения. Стенка пищеварительного канала состоит из трёх слоёв: *внутреннего, среднего и наружного*. Внутренний представлен слизистым и подслизистым слоями. Этот слой богат кровеносными и лимфатическими сосудами. Средний слой включает гладкую мускулатуру, которая, сокращаясь, передвигает пищу по пищеварительному каналу. Наружный слой состоит из соединительной ткани, образующей серозную оболочку, к которой прикрепляется брыжейка.

Пищеварительный канал подразделяется на следующие отделы: **ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник**.

Задание 16. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите схему пищеварительной системы человека и напишите названия ее органов.



Задание 17. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите, какие процессы, приведённые в правой колонке, протекают в соответствующих отделах пищеварительного тракта (левая колонка):

- | | |
|----------------------|--|
| 1. Ротовая полость. | а) образование каловых масс; |
| 2. Глотка, пищевод. | б) всасывание воды; |
| 3. Желудок. | в) расщепление белков; |
| 4. тонкий кишечник. | г) расщепление жиров; |
| 5. Толстый кишечник. | д) всасывание углеводов; |
| | е) всасывание аминокислот; |
| | ж) всасывание глицерина; |
| | з) перистальтические движения; |
| | и) проглатывание пищи; |
| | к) измельчение пищи; |
| | л) всасывание жирных кислот; |
| | м) эмульгирование жиров; |
| | н) рефлекторное удаление каловых масс. |

Задание 18. Изучив имеющийся материал по данной теме. Заполните пропущенные колонки таблицы 1.

Таблица 1

	Название	Фу нкции
		
		
		

Задание 19. Изучив имеющийся материал по данной теме, с помощью рисунка объясните, как происходит глотание



Задание 20. Изучив имеющийся материал по данной теме, выберите правильную последовательность расположения отделов пищеварительного тракта:

- пищевод, глотка, полость рта, тонкая кишка, толстая кишка, желудок;
- полость рта, пищевод, глотка, тонкая кишка, толстая

кишка, желудок;

в) полость рта, пищевод, глотка, желудок, тонкая кишка, толстая кишка;

г) полость рта, глотка, пищевод, желудок, тонкая кишка, толстая кишка.

Система органов кровообращения.

Постоянное движение крови по сосудам обеспечивается деятельностью сердца. Кровь, отдавшая кислород органам и тканям, поступает в правую половину сердца и направляется им в лёгкие. В лёгких кровь насыщается кислородом, возвращается к сердцу, поступая в левую его половину, и вновь разносится по всему организму. Кровообращение обеспечивает ткани помимо кислорода питательными веществами, регуляторами физиологических функций – гормонами, а также выводит из организма продукты обмена веществ. Система кровообращения включает *сердце, артерии, вены и капилляры*.

Сердце представляет собой полый четырёхкамерный мышечный орган, имеющий форму конуса, расположенный в грудной полости. Он делится на правую и левую половины сплошной перегородкой. Каждая из половин состоит из двух отделов: *предсердия* и *желудочка*, соединяющихся между собой отверстием, которое закрывается створчатым *предсердно-желудочковым* клапаном.

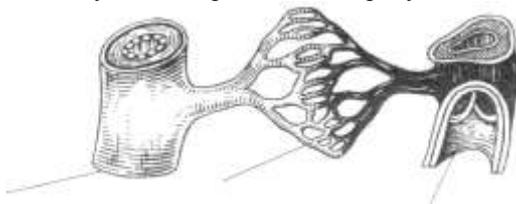
В работе сердца различают три фазы: первая – сокращение предсердий, вторая – сокращение желудочка – систола, третья – одновременное расслабление предсердий и желудочков – диастола.

Артерии. Артериями называются сосуды, по которым кровь течёт от сердца к органам. Самый крупный из них – аорта; она разветвляется на артерии. Распределяются они в соответствии с двусторонней симметрией тела: в каждой половине есть сонная артерия, подключичная, подвздошная, бедренная и т.д.

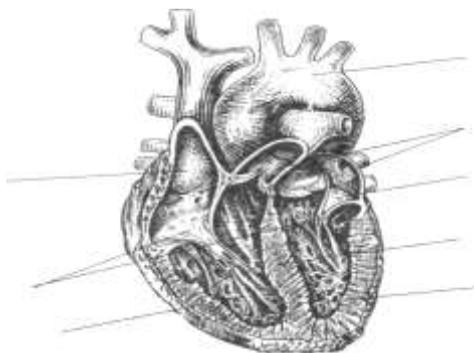
Капилляры – самые тонкие кровеносные сосуды в организме человека. Их диаметр составляет 4-20 мкм. Кровь по ним движется гораздо медленнее, чем в аорте. Перемещаясь по капиллярам, артериальная кровь постепенно превращается в венозную, поступающую в более крупные сосуды – *вены*, по которым кровь оттекает от органов и тканей к сердцу.

Все артерии, вены и капилляры в организме человека объединяются в два круга кровообращения: *большой* (начинается в левом желудочке и оканчивается в правом предсердии) и *малый* (начинается в правом желудочке и оканчивается в левом предсердии).

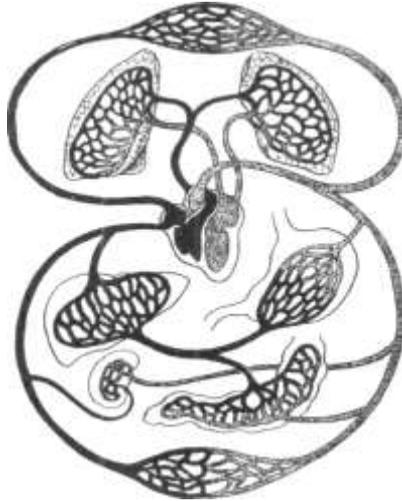
Задание 21. Изучив имеющийся материал по данной теме, Подпишите названия сосудов, изображенных на рисунке.



Задание 22. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите рисунок. Надпишите названия частей сердца.



Задание 23. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите схему кровообращения. Подпишите ее части.



Система органов дыхания.

Дыханием называется процесс газообмена между органом и окружающей средой.

Обмен газов между кровью и воздухом осуществляется дыхательной системой, включающей **воздухоносные пути** (начинаются **носовой полостью**, далее следуют **гортань**, **трахея** и **bronхи**) и **лёгкие**.

Количество воздуха, поступающего в лёгкие при каждом спокойном выдохе, называется **дыхательным объёмом**. У взрослого человека он равен 500 см^3 .

Важнейший механизм газообмена у животных и человека – **диффузия**. Существует также **нервная** и **гуморальная** регуляция дыхания.

Задание 24. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите рисунок и подпишите названия органов.



Задание 25. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите средние величины, характеризующие лёгочную вентиляцию взрослого человека:

1. Дыхательный объём воздуха.	а) около 1000 см ³ ;
2. Дополнительный объём воздуха.	б) около 1500 см ³ ;
3. Резервный объём воздуха.	в) около 3500 см ³ ;
4. Жизненная ёмкость лёгких.	г) около 500 см ³ ;
5. Остаточный объём воздуха.	

Задание 26. Изучив имеющийся материал по данной теме, объясните из каких этапов складывается дыхательный процесс у человека?

Задание 27. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите, какие процессы сопровождают вдох и выдох:

1. Вдох.	а) рёбра опускаются, купол диафрагмы поднимается;
2. Выдох.	б) периодически возникает в дыхательном центре возбуждение;
	в) происходит сокращение диафрагмы и межрёберных мышц;
	г) увеличение объёма грудной полости вызывает снижение давления в плевральной полости;
	д) импульсы от рецепторов при растяжении тканей лёгких тормозят дыхательный центр;
	е) происходит расслабление диафрагмы и межрёберных мышц;
	ж) ткань лёгких растягивается и в лёгкие засасывается

	воздух, заполняющий альвеолы; з) рёбра поднимаются, купол диафрагмы опускается; и) лёгкие сжимаются, давление воздуха становится выше атмосферного.
--	---

Задание 28. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите в каком виде и как переносятся газы кровью:

1. Углекислый газ от тканей к лёгким крови.	а) в виде оксигемоглобина;
2. Кислород от лёгких к тканям.	б) в растворённом виде плазмой;
	в) в виде карбогемоглобина;
	г) в виде бикарбонатов калия и натрия.

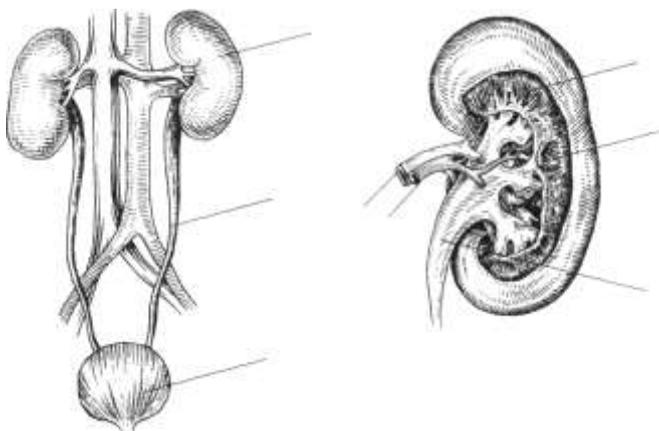
Система органов выделения.

В процессе диссимиляции, или катаболизма, в организме образуются продукты распада, которые не могут быть использованы организмом и подлежат выведению: вода, соли, мочевины, мочевая кислота и др. Основная роль в их выведении принадлежит специализированным органам выделения – почкам.

Почки – парные органы, расположенные в забрюшинной клетчатке в поясничной области с обеих сторон позвоночника. Они имеют бобовидную форму. На разрезе почки выделяют два слоя: наружный тёмно-красный – корковый, где расположены почечные тельца – **нефроны**, и внутренний, более светлый – мозговой, в котором проходят **почечные канальцы**, впадающие в находящуюся в центре почки почечную лоханку. Из неё берёт начало **мочеточник**, впадающий в **мочевой пузырь**.

Основная функция почек заключается в избирательном удалении различных веществ с целью поддержания относительного постоянства химического состава плазмы крови и внеклеточной жидкости.

Задание 29. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите рисунок. Надпишите названия частей мочевыделительной системы.



Задание 30. Изучив имеющийся материал по данной теме, каждому органу, приведённому в левой колонке, подберите вещества, которые он выводит из организма:

1. Кожа.	а) диоксид углерода;	ж) мочевины;
2. Селезёнка.	б) вода;	з) соли тяжёлых металлов;
3. Почки.	в) соли;	и) продукты превращения желчных пигментов;
4. Печень.	г) аминокислоты;	к) мочевая кислота.
5. Кишечник.	д) гормоны;	
6. лёгкие.	е) глюкоза;	

Задание 31. Назовите функции почек:

- а) поддерживают постоянство ионного состава клеток и неклеточных образований организма;
- б) участвуют в кроветворении в период эмбрионального развития;
- в) обеспечивают постоянство осмотического давления;
- г) способствуют транспорту диоксида углерода;
- д) участвуют в поддержании постоянной кислотности плазмы крови;
- е) удаляют из организма вредные и ядовитые вещества;
- ж) участвуют в формировании половых клеток;
- з) выводят из организма конечные продукты обмена.

Половая система.

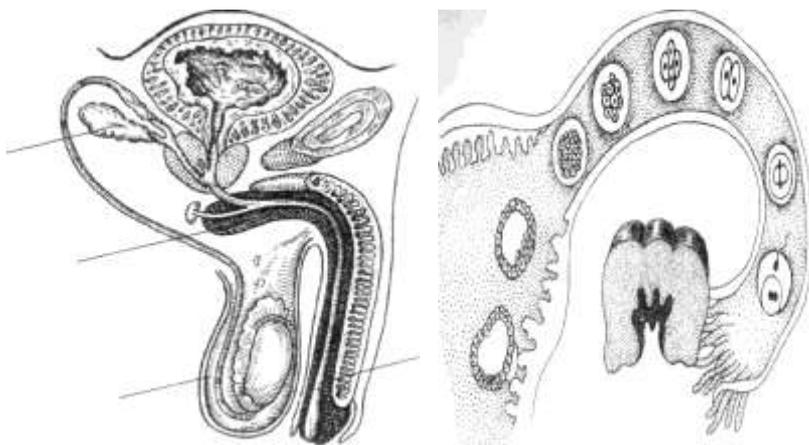
Половая система человека осуществляет репродуктивную функцию.

Мужская половая система делится на внутренние и наружные органы. К **внутренним** относятся: половые железы – яичники, в которых в течение всей жизни образуются сперматозоиды; придатки яич-

ника, где накапливаются зрелые сперматозоиды; семенные пузырьки, предстательная и куперова железы. **Наружные** включают мошонку, в которой находятся яичники и их придатки, и пенис.

Женская половая система также делится на внутренние и наружные половые органы. **Наружные** состоят из больших и малых половых губ и клитора. Внутренние представлены яичниками и маткой.

Задание 32. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите рисунок. Подпишите названия частей мужской и женской половой системы.



Нервная система

Высшей интегрирующей и координирующей системой в организме человека является нервная система. Помимо обеспечения согласованной деятельности внутренних органов она осуществляет связь организма с внешней средой.

Нервная система состоит из нервных клеток, или нейронов. Их насчитывается 25 млрд. в головном мозге и 25 млн. на периферии.

Различают **центральную** нервную систему (головной и спинной мозг) и **периферическую**, представленную отходящими от головного и спинного мозга **нервами** и **нервными клетками**, лежащими вне головного и спинного мозга. По функции вся нервная система подразделяется на **соматическую** и **вегетативную** (или автономную). Соматическая осуществляет преимущественно связь организма с внешней средой: восприятие раздражений, регуляция движений поперечнопо-

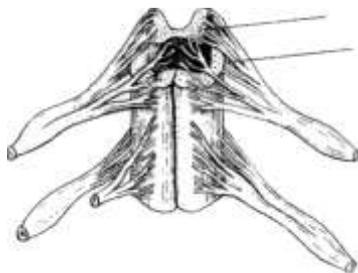
лосатой мускулатуры и др.; вегетативная регулирует обмен веществ и работу внутренних органов: биение сердца, тонус сосудов, перистальтические сокращения кишечника, секрецию различных желёз и т. п. Обе они функционируют в тесном взаимодействии, однако вегетативная нервная система обладает некоторой самостоятельностью (автономностью), управляя произвольными функциями.

Спинальный мозг находится в позвоночном канале и имеет вид белого тяжа. В центре его происходит спинномозговой канал, вокруг которого сосредоточено серое вещество – скопление нервных клеток, образующих контур бабочки. Серое вещество окружено белым веществом – скоплением пучков отростков нервных клеток.

Головной мозг. Расположен в мозговом отделе черепа. Его средняя масса 1300-1500 г (иногда до 2000 г).

Головной мозг состоит из пяти отделов: переднего (большие полушария), промежуточного, среднего, заднего и продолговатого мозга, из которых последние четыре составляют ствол головного мозга.

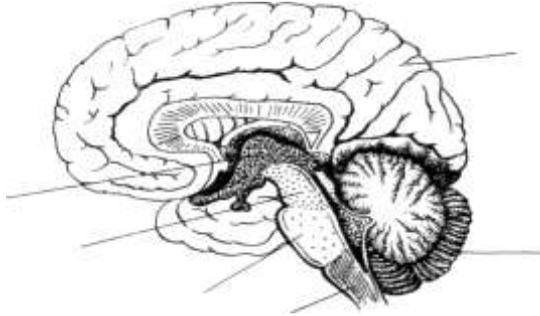
Задание 33. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите рисунок. Надпишите его части.



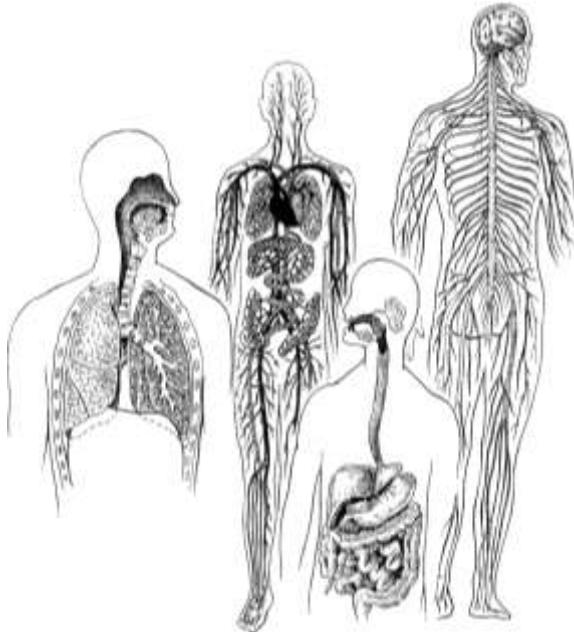
Задание 34. Изучив имеющийся материал по данной теме, отметьте, каково происхождение нервной системы и органов чувств:

- а) эктодермальное;
- б) мезодермальное;
- в) энтодермальное.

Задание 35. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите рисунок. Надпишите названия отделов головного мозга.



Задание 36. Изучив имеющийся материал по данной теме, рассмотрите рисунок. Надпишите названия систем органов и органов, их составляющих.



Контрольные вопросы

1. Насколько велико число костей, образующих скелет человека?

2. Что представляет собой скелет головы?
3. какие отделы выделяют в осевом скелете?
4. Как устроена костная ткань?
5. Назовите части позвоночного столба. Охарактеризуйте значение изгибов позвоночника.
6. Как организована грудная клетка человека?
7. Какие типы мышечных тканей вам известны?
8. Как устроено мышечное волокно?
9. Какова классификация скелетных мышц?
10. каким образом осуществляется регулярная работа мышц?
11. Какова роль пищи для организма человека?
12. какой процесс называется пищеварение?
13. Что происходит с пищей в результате её механической обработки?
14. Что такое ферменты?
15. Как устроена пищеварительная система?
16. Расскажите о строении зуба.
17. Что происходит с пищей в ротовой полости?
18. Расскажите о строении желудка.
19. Объясните механизм передвижения пищи в кишечнике.
20. Как устроено сердце?
21. Чем артерии отличаются от вен?
21. Какую функцию выполняют капилляры?
22. Где начинается и заканчивается большой круг кровообращения?
23. Каково значение дыхания?
24. Каков механизм газообмена в легких?
25. Какие органы относятся к выделительной системе?
26. Какую функцию выполняют почки?
27. Что такое репродуктивная функция?

Часть 2. Экология

ЗАНЯТИЕ 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ И ИХ ДЕЙСТВИЕ

1. Экологические факторы природной среды

2. Основные среды жизни

Цель занятий: изучить классификацию экологических факторов и их влияние на живые организмы. Познакомиться с основными средами обитания живых организмов.

1. Экологические факторы природной среды

Отдельные свойства или элементы среды, воздействующие на организмы, называются экологическими факторами, которые подразделяются на две большие группы: абиотические и биотические.

Абиотические факторы - это комплекс условий неорганической среды, влияющей на организм.

Биотические факторы - это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие.

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать растениям в океане на глубине 6000 м: вода; температура; углекислый газ; соленость воды; свет.

♦ Назовите конкретные факторы среды, которые можно отнести к абиотическим, биотическим или антропогенным. Заполните таблицу:

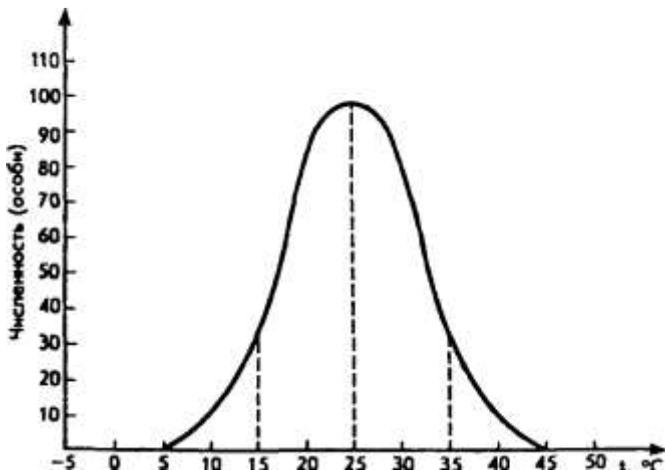
Факторы среды

Природные		Антропогенные
абиотические	биотические	

♦ Перед вами график зависимости численности жука семиточечной божьей коровки от температуры окружающей среды.

Укажите:

- а) температуру, оптимальную для этого насекомого _____
- б) диапазон температуры зоны оптимума _____
- в) диапазон температуры зоны пессимума (угнетения) _____
- г) две критические точки _____
- д) пределы выносливости вида _____.



♦ Полная гибель куколок яблонной плодовой гнили наступает при сочетаниях: 10° и 100%, 4° и 80%, 15° и 40%, 28° и 45%, 36° и 55%, 38° и 100%. Гибель менее 50% при сочетаниях 20° и 85%, 22° и 95%, 27° и 55%, 28° и 70%. Соедините замкнутой кривой точки для каждого уровня выживания. Велика ли опасность размножения этого вредителя в районах с летними температурами 18-26 и влажностью воздуха 70 — 90%, в районах с летними температурами 20 - 35° и 20 - 35%?

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать большинству растений в пустыне летом: температура; свет; вода; ветер; кислород.

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать скворцам зимой в средней полосе России: температура; пища; кислород; влажность воздуха; свет.

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать обыкновенной речной щуке в Черном море: влажность; температура; свет; пища; соленость воды; кислород.

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать кабану зимой в северной тайге: температура; свет; кислород; влажность воздуха; высота снежного покрова.

Какое вещество с наибольшей вероятностью будет лимитировать рост пшеницы на поле (подчеркните):

а) углекислый газ; б) кислород; в) гелий; г) ионы калия; д) газобразный азот.

2. Основные среды жизни



Рис. 1. Основные среды обитания

Среда - это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них прямое или косвенное воздействие. Из среды организмы получают все необходимые для жизни и в нее же выделяют продукты обмена веществ.

Условия жизни, или условия существования, - это совокупность необходимых для организма элементов среды, с которым он находится в неразрывном единстве и без которых существовать не может.

Приспособления организмов к среде называются адаптацией. Способность к адаптации - одно из основных свойств жизни вообще, обеспечивающая возможность ее существования, возможность организмов выживать и размножаться.

♦ В какой среде должны жить самые быстродвигающиеся животные? Назовите некоторых из них _____

♦ Почему в других средах скорости передвижения значительно ниже? _____

◆ В какой среде органы опорно-двигательной системы животных и опорной системы растений должны иметь наивысшее развитие? Почему? _____

◆ В какой среде обитают самые крупные и тяжелые животные?

◆ В каких средах будут встречаться слепые или слабовидящие животные? Напишите названия некоторых из них _____

◆ Объясните, почему в давние времена воины определяли приближение вражеской конницы, приложив ухо к земле

◆ Ученые-ихтиологи сталкиваются с серьезными проблемами при сохранении для музеев глубоководных рыб. Поднятые на палубу корабля, они в буквальном смысле слова взрываются, что вызывает нарушение их наружных и внутренних органов. Объясните, почему это происходит _____

◆ Объясните, почему почву называют биокосной системой

◆ Заполните пропуски, выбирая одно слово из пары в скобках.

Многоклеточным паразитам, обитающим в органах и тканях человека _____ (грозит, не грозит) высыхание; в среде их обитания колебания температуры, солености, давления _____ (сильные, слабые); среда, в которой они обитают для них химически _____ (агрессивна, не агрессивна); они _____ (имеют, не имеют) защитные покровы; они _____ (имеют, не имеют) органы, связанные с поиском пищи; они _____ (имеют, не имеют) слух; они _____ (имеют, не имеют) органы зрения; количество продуцируемых ими яиц _____ (большое, небольшое).

Задача 2. Особенности терморегуляции у животных

Объяснить изменения, вызванные стрижкой белых овец.

Показатель	Нестриженные	Стриженные
Отражение солнечных лучей	0,18	0,36
Температура на кончиках шерсти, °С	76	53
Температура кожи, °С	42,5	45
Температура тела, °С	40,2	39,8
Частота дыхания в мин	108	230

Вопросы: 1. Какие механизмы терморегуляции имеют преимущественное значение для нестриженного и стриженного животного?

2. В какое время вегетационного периода в аридных условиях можно рекомендовать стрижку овец, исходя из продуктивности и здоровья животных и состояния пастбищ? _____

Контрольные вопросы

1. Абиотические факторы среды.
2. Антропогенные факторы.
3. Биотические факторы среды.
4. Водная среда жизни. Экологические группы гидробионтов.
5. Зоогенные факторы.
6. Наземно-воздушная среда жизни.
7. Почва как среда жизни.
8. Совместное действие экологических факторов.
9. Содержание, предмет и задачи экологии.
10. Среда и условия существования организмов.

11. Фитогенные факторы.

ЗАНЯТИЕ 2. ПРИРОДНЫЕ ПОПУЛЯЦИИ

Цель работы: *изучить основные свойства популяции, ее структуру, а также влияние факторов внешней среды на поведение особей в популяции.*

Популяция - это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности неопределимо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды (рис.1).

Популяция занимает определенное пространство и обладает признаками, характеризующими группу как целое, а не отдельных особей в группе. К таким признакам относятся: *полная численность, плотность, рождаемость, смертность, распределение организмов по возрастам, биотический потенциал, характер распределения в пределах территории, темп роста.*

Кроме того, популяции имеют ряд генетических признаков, связанных с их экологией, - *способность к адаптации, репродуктивная приспособленность и устойчивость.*

Функции популяции: *рост, развитие, способность поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях.*

Задания:

◆ От чего будет зависеть большая или меньшая расчлененность вида на популяции? Подчеркните правильные

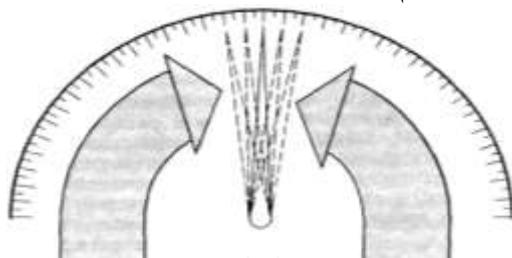
◆ ответы:

- а) доступность корма;
- б) расчлененность занимаемой территории на неоднородные участки;
- в) обилие конкурентов;
- г) степень подвижности отдельных особей или расселение зачатков организмов (икры, семян, пыльцы, спор и т.д.);
- д) обилие хищников.

Как называется территория, занимаемая видом или популяцией? Подчеркните правильный ответ: а) пространство; б) площадь; в) круг; г) ареал; д) зона; е) участок.

◆ На станции кольцевания птиц было отловлено и помечено 100 дроздов-рябинников. Через 10 дней отлов повторили. Поймали 120 птиц, из которых 20 были уже с кольцами. Определите, какова численность дроздов-рябинников на исследуемой территории, принимая во внимание, что меченные в первый раз птицы равномерно распределились по исследуемой территории.

ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ



Факторы увеличения численности
(Биотический потенциал)

Абиотические

Благоприятное освещение

Благоприятная температура

Благоприятная химическая обстановка (оптимальный уровень необходимых питательных веществ)

Биотические

Высокая скорость воспроизводства

Широкие параметры ниши

Необходимое питание

Конкуrentоспособность в борьбе за ресурсы

Способность спрятаться или защититься от хищников

Способность мигрировать и жить в других местах

Способность адаптироваться к изменению окружающей среды

Факторы уменьшения численности (Устойчивость к изменению окружающей среды)

Абиотические

Недостаточное или избыточное освещение

Неблагоприятная температура

Неблагоприятная химическая обстановка

Биотические

Низкая скорость воспроизводства

Узкие параметры ниши

Недостаточное питание

Избыток конкурентов

Неспособность спрятаться или защититься от хищников

Неспособность мигрировать и жить в других местах

Неспособность адаптироваться к изменению окружающей среды

Рис. 1. Размер популяции как баланс между факторами, способствующими ее росту или сокращению (по Миллеру Т, 1993)

◆ На территории площадью 100 км² ежегодно производили рубку леса. На момент организации на этой территории заповедника было отмечено 50 лосей. Через 5 лет численность лосей увеличилась до 650 голов. Еще через 10 лет количество лосей уменьшилось до 90 и стабилизировалось в последующие годы на уровне 80-110 голов.

Определите численность и плотность поголовья лосей:

а) на момент создания заповедника

б) через 5 лет после создания заповедника

в) через 15 лет после создания заповедника

◆ Численность населения в данном году составляла 500000 человек, за год родилось 2000 человек. Какова рождаемость в этом году при перерасчете на 1000 человек? _____

◆ Осенью каждая самка рыбы нерки (лососевые) откладывает 3200 икринок на гравий в мелких местах. Следующей весной 640 мальков, появившихся из отложенной икры, выходят в озеро вблизи отмели. Уцелевшие 64 серебрянки (мальки постарше) живут в озере один год, а затем мигрируют в море. Четыре взрослые рыбы (уцелевшие из числа серебрянок) возвращаются к метам нереста спустя 2,5 года, нерестятся и погибают. Подсчитайте смертность нерки на каждом этапе. _____

◆ Бактерии делятся в среднем каждые 20 минут. Подсчитайте численность популяции бактерий, образующихся из одной клетки, через час, два часа, три часа, шесть часов. _____

◆ Одно растение василька голубого производит в среднем 1500 семян. Семена сохраняют всхожесть до 10 лет. Определите запасы семян этого сорняка в почве после 3 лет засорения им посевов на одном поле со средней плотностью 3 растения на 1 м². _____

◆ Рассчитайте смертность во время спячки в двух популяциях малого суслика. В первой популяции плотность перед впадением в спячку 160 особей/га, после спячки - 85 особей/га. Во второй популяции - 90 и 56 особей/га соответственно. На каком участке смертность

оказалась выше. _____

◆ В почве число дождевых червей, обнаруженных на восьми учетных площадках размером $50 \times 50 \text{ см}^2$ каждая составляла 80 особей. После применения гербицида сделали учет на десяти таких же и обнаружили в сумме 25 червей. Какова плотность популяции в расчете на 1 м^2 до и после использования гербицида? _____

◆ Площадь охотничьего хозяйства составляет 40000 га. Лесистость хозяйства 73 %. Численность лося - 250 особей, рассчитайте плотность популяции лося. Дайте оценку плотности популяции лося (оптимальная, низкая, высокая, очень высокая), если для лесов среднего качества плотность популяции лося должна быть 3-5 особей на 1000 га. _____

◆ На рыбноводном заводе разводят рачков дафний, предназначенных на корм рыбам. При изначальной посадке 10 г взрослых дафний на 1 м^3 воды получают средний «урожай» 56 г за сутки. Каждая дафния в благоприятных условиях могла бы ежесуточно давать в среднем 40 особей нового поколения. Средний вес одной дафнии равен 2 г. Рассчитайте, на сколько завод мог бы повысить производительность, если бы создал условия для максимальной скорости размножения этих рачков. _____

◆ Как Вы думаете, если в ходе эволюции появляется вид - суперхищник, что его ждет (подчеркните):

- а) полное господство в природе;
- б) процветание и безграничный рост численности;
- в) подрыв собственных ресурсов и вымирание.

◆ Запишите известные вам примеры, когда на новых территориях виды-переселенцы, не встретив врагов-регуляторов, давали взрыв численности _____

♦ Перечислите основные причины, от которых зависит возрастная структура популяции любого вида. _____

♦ Какая среда будет более емкой (прав. ответ подчеркните):

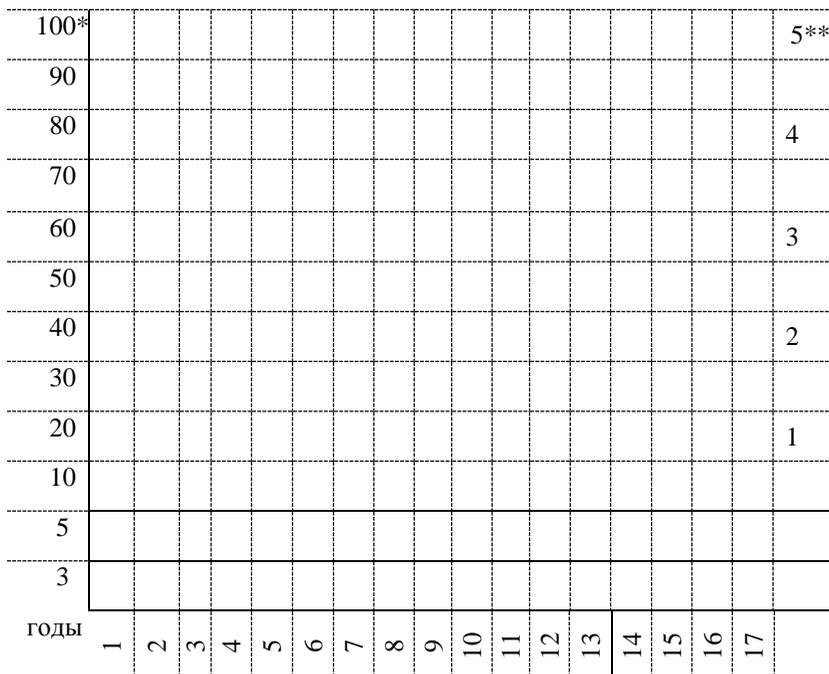
- а) для лося: лиственный лес, хвойный лес, поле, болото;
- б) для колорадского жука: хвойный лес, луг, картофельное поле, болото;
- в) для окуня: озеро, болото, подземный водоем;
- г) для рыжего таракана: лес, чистая комната, поле, кухня;
- д) для больших синиц: поле, озеро, лес, лес с кормушками;
- е) для пшеницы: орошаемое поле, лес, луг, пустошь, вырубка, поле;
- ж) для бобра: река, протекающая по степи, река, протекающая по еловому лесу, река, протекающая по осиновому лесу, река, протекающая по тундре.

Задача 1. Составить график динамики величины заготовки белки и гистограмму изменения урожайности кедровой сосны по данным таблицы.

Таблица 1. Динамика численности белки в годы урожая и неурожая семян кедровой сосны

Последовательность лет	Величина заготовки	Урожай семян кедровых, ц/га	Последовательность лет	Величина заготовки	Урожай семян кедровых, ц/га
1	1,3	5	10	6,3	5
2	31,6	4	11	94,8	1
3	3,7	0	12	20,7	2
4	27,4	3	13	67,9	4
5	25,4	2	14	28,5	1
6	1,7	0	15	0,6	1
7	2,7	3	16	21,9	2

8	36,6	1	17	21,7	3
9	0,6	0			



* Величина заготовки, **Урожайность кедровой сосны.

Рис. 2. Величина заготовок маньчжурской белки (в условных единицах) и урожая кедр (в баллах) за 17 последовательных лет.

Вопросы:

1. Какая закономерность выявляется в появлении «урожая» белок в связи с урожаем кедр?
2. Каков размах изменчивости заготовок белки за данный период?
3. Каковы среднегодовые показатели заготовок белки и урожайности кедровой сосны за 10, 17 лет? _____

Задача 2. Ограничения величины использования запа-

сов пищи.

Проанализировать данные таблицы 2. Запас травы на пастбище и ее скармливание коровами.

Последовательность скармливания при выпасе	Количество доступной коровам травы, кг/га сухой массы	Количество травы, съеденной 1 коровой за сутки, кг	Изменение молочной продуктивности, %
Три первых дня	1165	14,5	100
Три последующих дня	535	9,0	91
Три последующих дня	275	4,5	85

Вопросы:

1. Остался ли на пастбище запас доступной животным травы?
2. Рационально ли продолжать пастьбу и почему?
3. Как правильно организовать пастьбу в целях поддержания максимальной молочной продуктивности животных?
4. Может ли пастьба травяных растений стать причиной полного уничтожения наземной фитомассы кормовых растений?

Задача 3. Анализ результатов опыта по внутривидовой конкуренции гусениц сухофруктовой огневки в условиях ограничения пищевых ресурсов. Экспериментальные данные, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Число куколок огневки (*Ephesia caetella*), полученных из разного количества яиц в условиях ограничения пищевых ресурсов

Первоначальное число яиц	10	20	50	100	200	400	800	1600
Число куколок	8	15	37	74	137	379	477	392
Количество пищи, приходящейся на 1 личинку	3,13	1,67	0,67	0,33	0,18	0,08	0,05	0,06

Определите:

- Каково минимальное количество пищи, необходимое для превращения личинки в куколку?
- Какое количество пищи приходится на 1 личинку при разной плотности популяции?
- Начертите график изменения числа куколок в зависимости от количества отложенных яиц.
- Начертите гистограмму изменения количества пищи, приходящейся на 1 личинку, при увеличении плотности популяции.

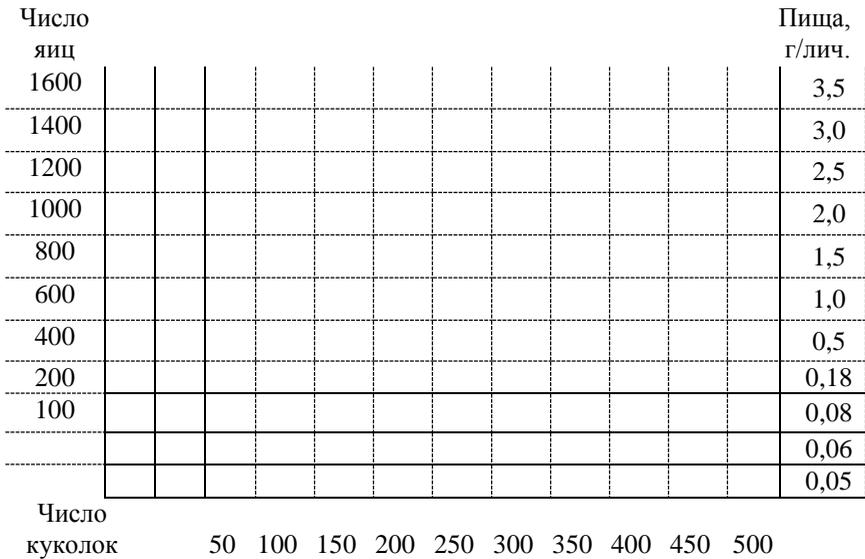


Рис. 3. Зависимость плотности популяции от ограниченности пищевых ресурсов.

- Сделайте вывод о роли внутривидовой конкуренции в регуляции численности популяции.

Задача 4. Демографическая структура популяции

На основании данных таблицы решите, почему скворцам невыгодно откладывать небольшое или слишком большое число яиц.

Рассчитайте средние значения вылетевших из гнезд птенцов в зависимости от величины кладки. Впишите эти значения в соответствующую колонку таблицы. Какие родители (по порядковому номеру) оставят в популяции наибольшее число своих потомков? Среднее значение вылетевших из гнезда птенцов рассчитывайте путем умножения доли выживших птенцов на величину кладки и деления получившего числа на 100.

Таблица 4. Выживание птенцов скворцов в зависимости от числа яиц в кладке

Порядковый номер	Величина кладки (число яиц в гнезде), шт.	Доля выживших птенцов, %	Среднее значение вылетевших из гнезда птенцов
1	1	100	
2	2	95	
3	3	90	
4	4	83	
5	5	80	
6	6	53	
7	7	40	
8	8	35	
9	9	32	

Задача 5. Возрастная структура популяции

У зябликов в период от весеннего прилета до вылупления птенцов около 50 % составляют годовалые птицы, впервые начинающие размножение, на двухлетних приходится 22 %, трехлетних - 12 %, четырехлетних - 8 %, пятилетних - 6 %, шестилетних - 2 %. Начертите возрастную пирамиду популяции зяблика. Как изменится возрастная пирамида популяции зяблика после выведения птенцов, учитывая, что численность популяции составляет 100 особей, в кладке у зяблика 5 яиц, а смертность птенцов до вылета по разным причинам составляет около 40 %.

Контрольные вопросы

1. Внутривидовые взаимоотношения в популяциях.
2. Демографическая и возрастная структура популяций.
3. Законы минимума, оптимума и максимума, одного процента, снижения энергетической эффективности природопользования.

4. Законы толерантности, совокупного действия факторов жизни, пирамиды.
5. Законы экологии по Б. Коммонеру.
6. Межвидовые взаимоотношения в популяциях.
7. Образ жизни особей в различных популяциях.
8. Определение популяции. Ее структура и свойства.
9. Характеристика природных популяций.

ЗАНЯТИЕ 3. ЭКОСИСТЕМЫ. ЕЁ ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СВОЙСТВА

- 1. Структура и свойства природных экосистем.**
- 2. Пищевые цепи и трофические уровни.**

Цель работы: изучить структуру и свойства природных экосистем, взаимосвязь компонентов экосистем, пищевые цепи в различных биоценозах.

1. Структура и свойства природных экосистем

Окружающий нас мир живых организмов биосферы представляет собой сочетание различных биологических систем разной структурной упорядоченности и разного организационного положения.

Экосистема - основная функциональная единица в экологии. Термин "экосистема" впервые был предложен в 1935 г. английским экологом А. Тэнсли.

Экологическая система - сообщество взаимосвязанных организмов разных видов (биоценоз) со средой своего обитания (неживой, косной природой).

В совокупности экосистему можно представить как единое целое, в котором биогенные вещества из абиотического компонента включаются в биотический и обратно, то есть происходит постоянный круговорот веществ с участием живого (биотического) и неживого (абиотического) компонентов.

В отечественной литературе широко применяется термин биогеоценоз, предложенный в 1940 году В.Н. Сукачевым.

Биогеоценоз (БГЦ) - эволюционно сложившаяся, относительно пространственно ограниченная, внутренне однородная природная система функционально взаимосвязанных живых организмов и окружающей их косной среды. БГЦ характеризуется определенным энергетическим состоянием, типом и скоростью обмена веществом и информацией.

Совокупность организмов называют биотой экосистемы. Пути

взаимодействия разных категорий организмов - это ее биотическая структура.

С точки зрения трофической структуры, экосистему можно разделить на два яруса:

- верхний - автотрофный, включающий растения или их части, содержащие хлорофилл, где преобладает фиксация энергии света, использование простых неорганических соединений.

- нижний - гетеротрофный ярус, или «коричневый пояс» почв и осадков, разлагающихся веществ, корней, в котором преобладают использование, трансформация и разложение сложных соединений.

С биологической точки зрения, в составе экосистемы выделяют следующие компоненты:

- неорганические вещества, включающиеся в круговороты;
- органические соединения, связывающие биотическую и абиотические части;
- воздушную, водную и субстратную среды, включающие климатический режим и другие физические факторы;
- продуцентов, автотрофных организмов, производящих пищу из простых неорганических веществ;
- консументов - гетеротрофных организмов, главным образом животных, питающихся другими организмами или частицами органического вещества;
- редуцентов и детритофагов - гетеротрофных организмов, получающих энергию либо путем разложения мертвых тканей, либо путем поглощения растворенного органического вещества. Некоторые редуценты, называемые детритофагами, питаются непосредственно мертвой органической материей поваленного дерева. Другие редуценты, называемые деструкторами, разлагают сложные органические соединения мертвой древесины до более простых питательных веществ, которые возвращаются в почву для повторного использования растениями (по Миллеру Т, 1993) (рис.1).

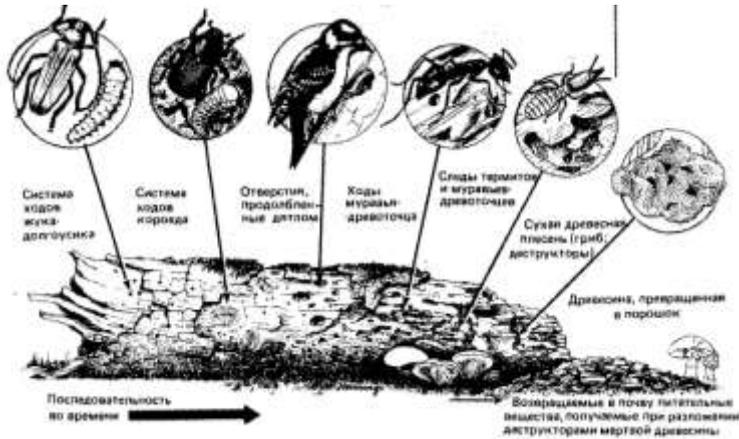


Рис. 1. Редуценты (детритофаги)

Процесс образования на Земле биогеоценозов идет непрерывно. Они формируются на осыпях, дюнах, лавах и т.д. В других местах в течение длительной эволюции образовались устойчивые, зрелые БГЦ с флорой и фауной, приспособленной друг к другу и условиям своего существования. Это позволило разделить биогеоценозы на молодые (формирующиеся) и полностью сформировавшиеся, климаксные (табл. 1).

Таблица 1. Экосистемные характеристики сообществ на разной стадии сукцессий (Т. Миллер, 1993 г.)

Характеристика	Незрелая экосистема	Зрелая экосистема
Структура экосистем		
Размер растений	небольшой	большой
Видовое разнообразие	низкое	высокое
Трофическая структура	в основном продуценты, мало редуцентов	сочетание продуцентов, консументов и редуцентов
Экологические ниши	немного, преимущественно общие	много, преимущественно специализированные
Уровень организации (количество внутренних связей)	низкий	высокий

Функционирование экосистем		
Пищевые цепи и сети	простые, в основном растительные – травоядные с малым количеством редуцентов	сложные с преобладанием редуцентов
Эффективность воспроизводства питательных веществ	низкая	высокая
Эффективность использования энергии	низкая	высокая

Задания:

♦ Организмы, потребляющие органическое вещество и перерабатывающие его в новые формы, называют _____

_____ Они представлены в основном видами, относящимися к _____ миру.

♦ Организмы, потребляющие органическое вещество и полностью разлагающие его до минеральных соединений, называют _____. Они представлены видами, относящимися к _____ и _____.

♦ Организмы, которые потребляют минеральные соединения и, используя внешнюю энергию, синтезируют органические вещества, называют _____. Они представлены в основном видами, относящимися к _____ миру.

♦ Вставьте пропущенные слова.

Сообщества организмов разных видов, тесно взаимосвязанных между собой и населяющих более или менее однородный участок, называют _____. В его состав входят: растения, животные, _____.

♦ Крупное системно-географическое (экосистемное) подразделение в пределах природно-климатической зоны (например, влажные тропические леса) называется: а) экотопом; б) биомом; в) биотопом; г) ландшафтом.

♦ Исторически сложившаяся совокупность организмов различных видов, обитающих на определенном пространстве называется: а) биоценозом; б) биотой; в) экосистемой; г) биогеоценозом.

♦ В любой сукцессионной серии темпы происходящих изменений постепенно замедляются. Конечным итогом является формирование _____.

ние относительно устойчивой стадии сообщества, которая носит название: а) коакции; б) климакса; в) диапаузы; г) коллапса.

Задача 1.

Рассчитайте индекс сходства двух фитоценозов (К) (растительных компонентов биоценозов), используя формулу Жаккара:

$$K = C * 100\% / (A + B) - C;$$

где **A** — число видов данной группы в первом сообществе, **B** — во втором, **C** — число видов, общих для обоих сообществ.

Индекс выражается в процентах сходства.

Первый фитоценоз — это сосняк-черничник: сосна обыкновенная, черника, брусника, блестящий зеленый мох, майник двулистный, седмичник европейский, ландыш майский, гудьера ползучая, грушанка круглолистная.

Второй фитоценоз — это сосняк — брусничник-зеленомошник: сосна обыкновенная, брусника, блестящий зеленый мох, ландыш майский, грушанка средняя, зимолюбка, вереск обыкновенный, кукушник, плаун булавовидный.

Задача 2. Рассчитайте индекс сходства двух фитоценозов (растительных компонентов биоценозов), используя формулу Жаккара (см. предыдущее задание). Первый располагается в заповеднике, другой в соседнем лесу, где отдыхают люди.

Список видов первого фитоценоза: дуб черешчатый, липа, лещина, осока волосистая, мужской папоротник, подмаренник Шульцеса, сныть обыкновенная.

Список видов нарушенного фитоценоза: дуб черешчатый, яблоня домашняя, липа, одуванчик лекарственный, подорожник большой, осока волосистая, земляника лесная, сныть обыкновенная, крапива двудомная, горец птичий, лопух большой, череда.

Выпишите названия видов, которые исчезли из сообщества дубравы под действием вытаптывания. Выпишите названия видов, которые появились в дубраве благодаря вытаптыванию и другим процессам, сопутствующим отдыху людей в лесу.

2. Пищевые цепи и трофические уровни

В функционирующей природной экосистеме не существует отходов. Все организмы, живые или мертвые, потенциально являются пищей для других организмов. Внутри экосистемы содержащие энергию вещества создаются автотрофными организмами и служат пищей для гетеротрофов.

Пищевые связи - это механизмы передачи энергии от одного организма к другому.

Пищевой (трофической) цепью или цепью питания называется последовательность переноса энергии и питательных веществ от продуцентов к редуцентам и обратно к продуцентам.

Совокупность трофических цепей в их конкретном выражении, включающем прямые и косвенные взаимоотношения составляющих их видов, формирует целостную трофическую структуру биоценоза (рис. 2).

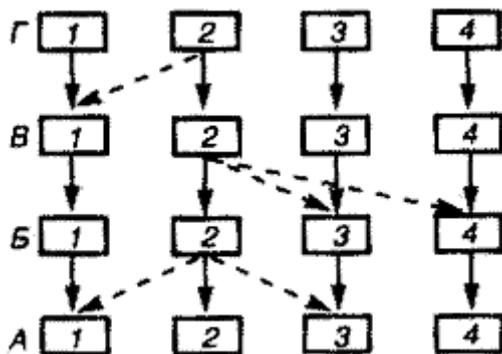


Рис. 2. Простейшая схема трофической структуры биоценоза (по И.А. Шилову, 1985) А-Г - трофические уровни. А - продуценты, Б - консументы I порядка (фитофаги), В - консументы II порядка, Г - консументы III порядка; 1 - 4-конкретные виды данного трофического уровня; одинаковыми цифрами обозначены отдельные трофические цепи; сплошными стрелками - прямые (трофические) связи, пунктирными стрелками-косвенные (конкурентные) связи.

Трофическим уровнем называется место каждого звена в цепи питания. Все организмы, пользующиеся одним типом пищи, принад-

лежат к одному трофическому уровню.

Первый трофический уровень занимают автотрофы, или так называемые первичные продуценты. Организмы второго трофического уровня называются первичными консументами, третьего - вторичными консументами и т. д.

Обычно различают три типа пищевых цепей. Пищевая цепь хищников начинается с растений и переходит от мелких организмов к организмам все более крупных размеров. На суше пищевые цепи состоят из трех-четырех звеньев. Один из простейших примеров:

- Растение → заяц → волк
- Продуцент → травоядное → плотоядное
- Нектар → муха → паук → землеройка → сова

Пищевые цепи паразитов, идут от крупных организмов к мелким.

- Растение → травоядное → паразит → гиперпаразит
- Сосна → гусеница → бракониды → наездники

Детритные (сапрофитные) пищевые цепи (цепи разложения) начинаются с отмерших остатков растений, трупов, экскрементов животных.

- Листовая подстилка → дождевой червь → черный дрозд → ястреб-перепелятник
- Мертвое животное → личинки мух → травяная лягушка → обыкновенный уж.

Организмы природных экосистем вовлечены в сложную сеть многих связанных между собой пищевых цепей. Такая сеть называется пищевой сетью (рис.3).

Задания:

- ◆ Вставьте пропущенные слова.

Ряды, в которых каждый предыдущий вид служит пищей последующему, называют _____

- ◆ Составьте четыре цепи питания. Первая начинается с инфузории в пресном водоеме; вторая – с семян одуванчика; третья – с клевера; четвертая – с комара. Все цепи питания должны заканчиваться человеком. Предложите наиболее длинные варианты.

- ◆ Напишите названия животных, которые всегда занимают строго определенное место в цепях питания.

♦ Почему в прудовых хозяйствах выгоднее выращивать толстолобиков, а не щук? Выберите правильный ответ: а) толстолобики быстрее растут; б) щуки чаще гибнут от болезней и неблагоприятных условий; в) толстолобики питаются энергетически дешевой растительной пищей, а щуки – дорогой, животной.

♦ Предложите способ использования свиного навоза в цепях питания для получения в конечном итоге товарной продукции прудового хозяйства. Запишите цепь питания, соответствующую этому способу:



Рис. 3. Трофические - пищевые связи между организмами.

◆ Между какими парами видов в естественных условиях осуществляются отношения по типу «хищник - жертва»?

а) рысь и заяц - беляк; б) белый медведь и малый пингвин; в) соболь и бурундук; г) акулы и рыбки - лоцманы; о) пустельга обыкновенная и серая куропатка; е) сокол-кобчик и журавль-красавка.

◆ Подчеркните названия животных, которых можно отнести к консументам первого порядка: корова, лев, амeba, паук, волк, заяц, мышь, зеленый кузнечик, ястреб, гусь, лисица, щука, антилопа, гадюка, степная черепаха, виноградная улитка, дельфин, колорадский жук, бычий цепень, гусеница капустной белянки, белый медведь, пчела, кровососущий комар, яблоневая плодожорка, тля, акула.

◆ Постройте схему пищевой сети, включив в нее перечисленные ниже организмы: травы, кролик, почвенные грибы, ягодный кустарник, жук-навозник, растительное насекомое, паук, воробей, ястреб.

Рассчитайте, сколько воды и пищи (раст. и животной) потребляет человек за свою жизнь. В среднем в течение одного дня он съедает около 2 кг обработанной растительной пищи (хлеб, крупы, картофель, макароны, овощи, фрукты) и 0,5 кг животной пищи (мясо, рыба, яйца, творог, и т.п.). В сутки человеку требуется 2 литра воды. В среднем люди живут 70 лет. Полученные данные занесите в таблицу 2.

Таблица 2. Количество воды и пищи, потребляемые за жизнь человеком

Животная пища, т	Растительная пища, т	Вода, м ³

◆ Рассчитайте, сколько продуктов (т) потребляет за одни сутки население большого города, например, Москвы (10 млн. чел.).

▪ Постройте схему пищевой сети, включив в нее перечисленных ниже организмы: волк, лисица, сова-неясыть, уж обыкновенный, ястреб, травяная лягушка, заяц, полевка, тля, паук, божья коровка, дуб (с семенами, листьями, корой и древесиной), медуница, мухоловка, короед, дятел, муха-журчалка.

▪ Зная правило десяти процентов, рассчитайте, сколько нужно травы, чтобы вырос один орел весом 5 кг (пищевая цепь: трава — заяц — орел). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

▪ Зная правило десяти процентов, рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один медведь весом 300 кг (пищевая цепь: фитопланктон — зоопланктон — мелкие рыбы — лосось — медведь). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

Зная правило десяти процентов, рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один синий кит весом 150 000 кг (пищевая цепь: фитопланктон — зоопланктон — синий кит). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

Зная правило десяти процентов, рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы выросла одна щука весом 10 кг (пищевая цепь: фитопланктон — зоопланктон — мелкие рыбы — окунь — щука). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня

Контрольные вопросы

1. Агроэкосистемы: типы, формы, структура и функции.
2. Воздействие агроэкосистем на компоненты биосферы.
3. Классификация и краткая характеристика экосистем (по Одуму).
4. Консументы и их роль в экосистеме. Пищевые связи.
5. Отличительные особенности естественных экосистем от агроэкосистем.
6. Отношения организмов в биоценозе: трофические, топические, форические и фабрические связи.
7. Пищевые цепи и трофические уровни.
8. Понятие о биоценозе: состав и структура.
9. Поток энергии в экосистемах.
10. Продуктивность экосистем.
11. Продуценты и их роль в экосистеме.
12. Состав экосистем.
13. Структура экосистемы.
14. Трофическая структура и экологические пирамиды.

15. Уровни существования живого вещества.
16. Учение о биогеоценозах. Механизмы гомеостаза.
17. Учение о биосфере. Этапы развития биосферы.
18. Экологические ниши. Пограничный эффект.
19. Экологические пирамиды.
20. Характеристика современной биосферы. Законы ее развития и саморегуляции.
21. Эволюция биосферы.

ЗАНЯТИЕ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ

- 1. Биологическая продуктивность экосистем.**
- 2. Поступление фотосинтетически активной радиации (ФАР) на поверхность планеты.**

Цель работы: Изучить поступление солнечной радиации на поверхность Земли в течение года в различных географических зонах, познакомиться с коэффициентом полезного действия солнечной радиации, ознакомиться с понятием продуктивности экосистемы.

1. Биологическая продуктивность экосистем.

Продуктивность и динамика экосистем тесно связана с потоком энергии, проходящим через ту или иную экосистему. Скорость, с которой продуценты экосистемы фиксируют солнечную энергию в химических связях, определяет **продуктивность** экосистемы.

Органическое вещество, создаваемое продуцентами в процессе фотосинтеза, называют **первичной продукцией экосистемы**. Как известно, лишь часть энергии света, получаемой зеленой поверхностью, может быть использована растениями в процессе фотосинтеза. Скорость, с которой растения накапливают химическую энергию в результате фотосинтеза, называется **валовой первичной продукцией**. Часть этой продукции идет на поддержание жизнедеятельности самих растений (траты на дыхание). Оставшуюся часть созданной органической массы называют **чистой первичной продукцией**.

Количество органического вещества, накопленного гетеротрофными организмами, называется **вторичной продукцией** экосистемы.

Вторичную продукцию вычисляют отдельно для каждого трофического уровня, т.к. прирост массы на каждом из них происходит за счет энергии, поступающей с предыдущего трофического уровня.

Всем экосистемам свойственны определенные количественные соотношения первичной и вторичной продукции, получившие название **правила пирамиды продукции**: на каждом предыдущем трофическом уровне количество продукции, создаваемой за единицу времени, больше, чем на последующем. Пирамида продукции отражает законы расходования энергии в пищевых цепях.

В большинстве наземных экосистем действует также **правило пирамиды биомасс**, т.е. суммарная масса растений превышает биомассу всех травоядных, а их масса превышает всю биомассу хищников.

В тех трофических цепях, где передача энергии происходит в основном через связи хищник - жертва, часто выдерживается **правило пирамиды чисел**: общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном уменьшается. Это правило неприменимо к паразитическим цепям, размеры которых с каждым звеном уменьшаются, а число особей увеличивается.

Задание:

1. Рассчитать первичную продукцию агроценоза с 1 м^2 , используя следующие данные (т. 1).

2. Используя данные таблицы 1, рассчитать вторичную продукцию сообщества, создаваемую консументами I порядка и занести ее значение в таблицу 2.

Таблица 1. Эффективность фотосинтеза и первичная продукция сельскохозяйственных культур

Культура	Суммарная радиация, кДж/м ² , сут.	Эффективность фотосинтеза, %	Вегетационный период, сут.	Первичная продукция, кДж/м ²
Пшеница	18000	3,7	90	
Ячмень	18000	4,0	80	
Рис	28500	7,1	100	
Соя	30800	9,8	110	
Горох	18000	4,2	70	
Кукуруза	28500	6,7	120	
Люцерна	28500	3,2	100	

Картофель	16700	5,4	90	
Свекла сахарная	16700	9,5	150	
Хлопок	28500	4,6	160	
Клевер луговой	18000	4,3	70	
Суданка	28500	6,7	110	

Таблица 2. Эффективность потребления и вторичная продукция консументов 1 порядка

Растения	Консументы	Эффективность потребления, %	Вторичная продукция, кДж
Злаки (пшеница)	Травоядные млекопитающие	9,77	
Бобовые (люцерна)	Травоядные млекопитающие	11,25	
Злаки (кукуруза)	Птицы	11,29	
Бобовые (горох)	Птицы	12,15	
Злаки (ячмень)	Мелкие млекопитающие (грызуны)	11,51	
Бобовые (соя)	Мелкие млекопитающие (грызуны)	12,39	
Злаки (суданка)	Насекомые	9,60	
Бобовые (клевер)	Насекомые	10,25	

2. Приход ФАР на территорию. КПД ФАР

Солнце – это гигантский реактор термоядерного синтеза, выбрасывающий в космос широкий спектр лучистой энергии. Достигнув Земли, значительная часть энергии отражается или поглощается атмо-

сферой, которая не пропускает к земной поверхности большую часть космического излучения: гамма-лучей, рентгеновских лучей, и ионизирующего дальнего ультрафиолетового излучения.

В процессе фотосинтеза используется не весь спектр солнечной радиации, а только та часть, которая находится в интервале длин волн от 380 до 710 нм. Эту радиацию и называют фотосинтетически активной. Теоретическая возможность скорость создания первичной биологической продукции определяется возможностями фотосинтетического аппарата растений и количеством энергии, поступающим на данную территорию (табл.1).

Таблица 1. Среднемесячные и годовые значения суммарной ФАР, кДж/см² (Муха, 1994)

Города	Месяцы					
	1	2	3	4	5	6
С- Петербург	0,8	3,3	9,6	16,3	24,2	27,6
Смоленск	2,9	6,3	16,3	16,7	24,2	27,6
Киев	5,0	5,4	15,0	19,6	28,8	32,1
Астрахань	5,4	10,0	15,0	22,5	29,6	32,6
Города/Месяцы	7	8	9	10	11	12
С- Петербург	26,3	18,4	11,7	4,6	1,3	0,4
Смоленск	28,4	20,5	13,4	7,1	3,3	2,1
Киев	32,1	26,3	17,9	10,4	5,0	3,3
Астрахань	31,7	28,8	22,5	13,4	7,0	4,2

- Перевод кДж/см² = n × 10⁸ кДж/га, 1 ккал = 4,19 кДж

Накопление биомассы находится в самой тесной связи с фотосинтетически активной радиацией (ФАР). Максимально достигаемый в природе КПД фотосинтеза 10-12% энергии ФАР отмечается в зарослях джугары и тростника в Таджикистане в кратковременные, наиболее благоприятные периоды. КПД фотосинтеза в 5% считается очень высоким для фитоценоза. В целом по земному шару усвоение растениями солнечной энергии не превышает 0,1 %. Средний коэффициент ис-

пользования энергии ФАР для территории России равен 0,8 %, на европейской части страны составляет 1,0-1,2 %.

Биомасса и первичная продуктивность экосистем в разных географических областях очень широко варьирует (табл.2).

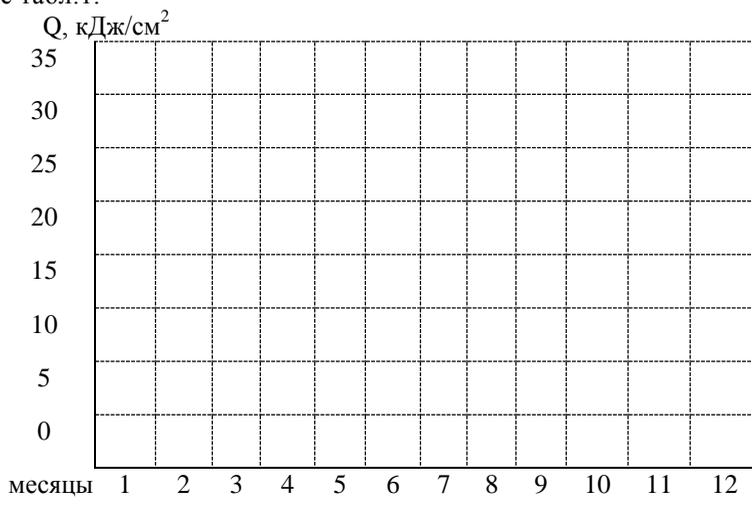
* Биомасса организмов толщи литосферы и аэриобиосферы несопоставимо мала, продуктивность организмов литобиосферы неизвестна, организмов аэриобиосферы — ничтожно мала.

Таблица 2. Биомасса (сухое вещество), первичная и вторичная биологическая продуктивность (Реймерс, 1990)

Тип экосистемы	Площадь, млн. км ²	Биомасса растений, кгм ² , Хср.	Общая биомасса растений, млрд. т	Общая биомасса животных, млн. т	Чистая первичная продукция, г/м ² за год, Хср.	Общая чистая первичная продукция, млрд. т в год	Продуктивность животных, млн. т в год
Влажные тропические леса	17,0	45	765	330	2200	37,4	260
Тропические сезонно-зеленые леса	7,5	35	260	90	1600	12	72
Вечнозеленые леса умеренного пояса	5,0	35	175	50	1300	6,5	26
Листопадные леса умеренного пояса	7,0	30	210	100	1200	8,4	42
Тайга	12,0	20	240	57	800	9,6	38
Лесостепные сообщества	8,5	6	50	40	700	6	30
Саванна	15,0	4	60	220	900	13,5	300
Луговая степь	9,0	1,6	14	60	600	5,4	80
Тундра и высокогорье	8,0	1,6	14	60	140	1,1	3
Пустыни и полупустыни	18,0	0,7	13	8	90	1,6	7
Сухие пустыни, скалы, ледники	24,0	0,02	0,5	0,02	3	0,07	0,02

Культивируемые земли	14,0	1	14	6	650	9,1	9
Болота	2,0	15	30	20	2000	4,0	32
Озера и водотоки	2,0	0,02	0,05	10	250	0,5	10
Материковые экосистемы в целом	149	12,3	1837	1005	773	115	909
Открытый океан	332,0	0,003	1,0	800	125	41,5	2500
Зона апвеллинга	0,4	0,02	0,008	4	500	0,2	11
Континентальный шельф	26,6	0,01	0,27	160	360	9,6	430
Заросли водорослей и рифы	0,6	2	1,2	12	2500	1,6	36
Эстуарии	1,4	1	1,4	21	1500	2,1	48
Морские экосистемы в целом	361	0,01	3,9	997	152	55	3025
В целом на Земле*	510	3,6	1841	2002	333	170	3934

Задание 1. Построить график прихода ФАР на территорию в зависимости от географической широты местности, используя данные табл.1.



1. Рассчитайте приход ФАР по сезонам года и выразите в процентах от суммы за год. Результаты расчетов занесите в сводную таблицу 3.

2. Рассчитайте приход ФАР за вегетационный период по широте Смоленска с 15.04 по 15.09 и выразите в процентах от годовой.

Таблица 3. Распределение ФАР по сезонам года, % от суммы за год

Города	Сезоны				Вегетационный период
	Зима	Весна	Лето	Осень	
С - Петербург					
Смоленск					
Киев					
Астрахань					

3. Сделайте вывод о распределении ФАР по территории.

Задание 2.

На основании данных, приведенных в таблице 2. ответьте на следующие вопросы:

1. Рассчитайте долю основных биомов мира относительно площади поверхности земного шара.

Таблица 4. Доля основных биомов мира, %

Тип экосистемы	S, млн. км ²	%, от S Земли	Тип экосистемы	S, млн. км ²	%, от S Земли
Влажные тропические леса	17,0		Культивируемые земли	14,0	
Тропические сезонно-зеленые леса	7,5		Болота	2,0	
Вечнозеленые леса умеренного пояса	5,0		Озера и водотоки	2,0	
Листопадные леса умеренного пояса	7,0		Материковые экосистемы в целом	149	
Тайга	12,0		Открытый океан	332,0	
Лесостепные	8,5		Зона апвеллинга	0,4	

сообщества					
Саванна	15,0		Континентальный шельф	26,6	
Луговая степь	9,0		Заросли водорослей и рифы	0,6	
Тундра и высокогорье	8,0		Эстуарии	1,4	
Пустыни и полупустыни	18,0		Морские экосистемы в целом	361	
Сухие пустыни, скалы, ледники	24,0		В целом на Земле*	510	

2. Укажите самый продуктивный наземный и водный биомы. Объясните причины наивысшей продуктивности живых организмов. Сравните со средней продуктивностью всех биомов Земли.

3. Оцените сбалансированность биологической продукции по отношению величин первичной и вторичной продуктивности экосистем.

Таблица 5. Отношение величин первичной и вторичной продуктивности экосистем

Тип экосистемы	<u>Первич./</u> Вторич.	<u>Первич./</u> Запас фи- томассы	Тип экосистемы	<u>Первич./</u> Вторич.	<u>Первич./</u> Запас фи- томассы
Влажные тропические леса			Культивируемые земли		
Тропические сезонно-зеленые леса			Болота		
Вечнозеленые леса умеренного пояса			Озера и водотоки		
Листопадные леса умеренного пояса			Материковые экосистемы в целом		
Тайга			Открытый океан		
Лесостаричные			Зона		

сообщества			апвеллинга		
Саванна			Континентальный шельф		
Луговая степь			Заросли водорослей и рифы		
Тундра и высокогорье			Эстуарии		
Пустыни и полупустыни			Морские экосистемы в целом		
Сухие пустыни, скалы, ледники			В целом на Земле*		

4. Оцените скорость воспроизводства органического вещества – отношение величины первичной продукции к запасу живой фитомассы, (%). Чем меньше показатель, тем больше задержка веществ и дальнейшая их консервация. Увеличение показателя свидетельствует о большом динамизме процесса. Результаты занести в таблицу.

5. Рассчитайте скорость общего оборота органического вещества - отношение величины запаса живого и мертвого органического вещества к продукции, (%). Этот показатель позволяет выявить «подвижность» каждой единицы органического вещества при прохождении этапов трансформирования продукции.

Таблица 6. Скорость общего оборота органического вещества, %

Тип экосистемы	Запас биомассы / Продуктивность	Устойчивость, балл	Тип экосистемы	Запас биомассы / Продуктивность	Устойчивость, балл
Влажные тропические леса			Культивируемые земли		
Тропические сезонно-зеленые леса			Болота		
Вечнозеленые леса умеренного пояса			Озера и водотоки		

Листопадные леса умеренного пояса			Материковые экосистемы в целом		
Тайга			Открытый океан		
Лесокустарниковые сообщества			Зона апвеллинга		
Саванна			Континентальный шельф		
Луговая степь			Заросли водорослей и рифы		
Тундра и высокогорье			Эстуарии		
Пустыни и полупустыни			Морские экосистемы в целом		
Сухие пустыни, скалы, ледники			В целом на Земле*		

6. Оцените устойчивость экосистем на основании запасов живой биомассы, пользуясь следующими показателями.

Таблица 7. Баллы устойчивости

Показатели устойчивости	Значение показателя	Баллы устойчивости
Биомасса, ц/га	<125	1
	125 – 500	2
	500 – 1500	3
	1500 - 4000	4
	<4000	5

Максимальным значениям фитомассы соответствует и максимальная устойчивость биогеоценоза.

Контрольные вопросы

1. Антропогенная энергия в земледелии.
2. Использование ФАР в естественных и антропогенных экосистемах.
3. Биомасса и первичная продуктивность экосистем.
4. Продуктивность экосистем. Вторичная продукция экосистем.
5. Распределение ФАР по территории в зависимости от географической широты местности в течение года.
6. Роль сельского хозяйства в формировании первичной биологической продукции.
7. Состав солнечного света. Его воздействие на живое вещество.
8. Функции живого вещества на планете.

ЗАНЯТИЕ 5. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- 1. Классификация загрязнений окружающей среды.**
- 2. Нормирование качества окружающей среды.**

***Цель работы:** изучить основные типы загрязнения экологических систем. Ознакомиться с существующими критериями оценки состояния окружающей среды.*

1. Классификация загрязнений окружающей среды

Загрязнение - это поступление в среду или возникновение в ней новых не характерных для нее физических, химических, информационных или биологических компонентов, или превышение в рассматриваемое время их естественного среднесуточного уровня концентрации в среде.

Основные типы загрязнения экологических систем приведены на рис. 1.

Приведите примеры каждого из типов загрязнения и укажите способы снижения вредного воздействия.

	Вид загрязнения	Источник загрязнения	Способы снижения вредного воздействия
Инградиентное			

Параметрическое			
Биоцентрическое			
Ландшафтное			

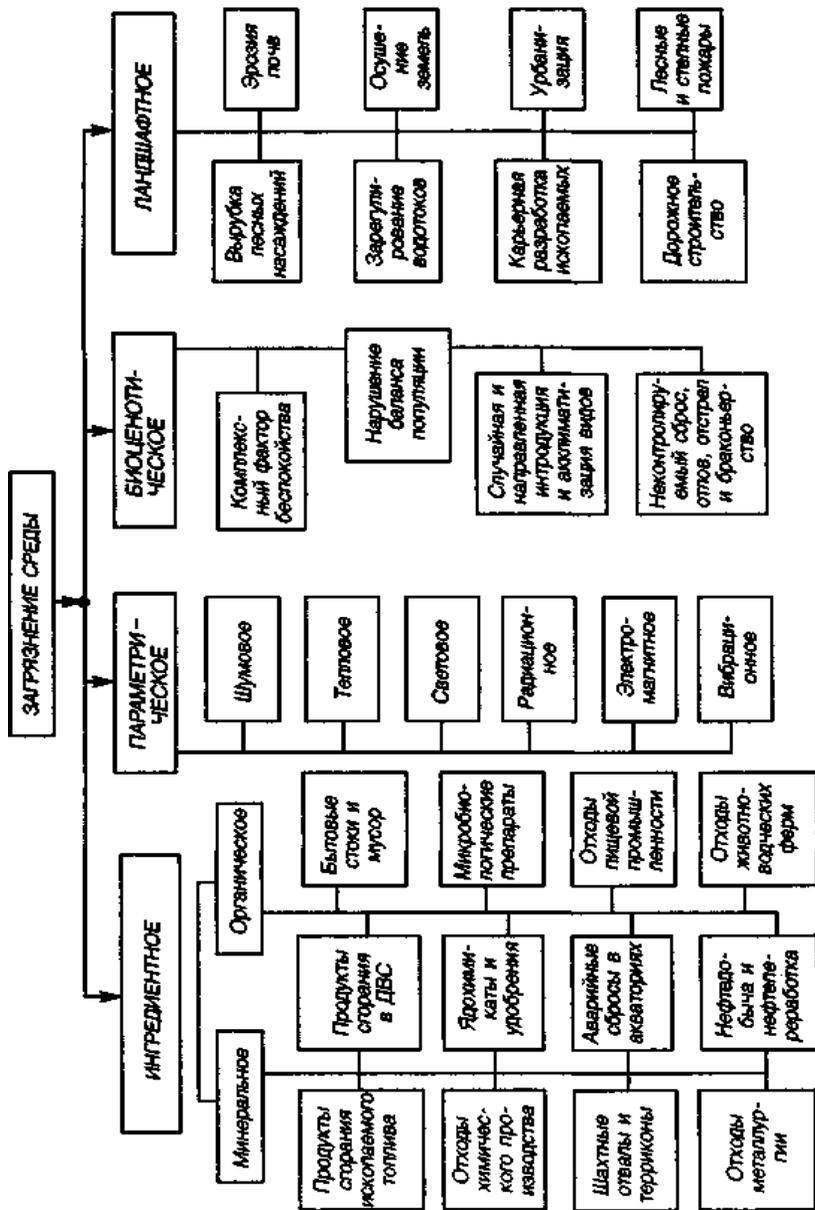


Рис. 1. Виды загрязнений окружающей среды

2. Нормирование качества окружающей среды

Экологическое нормирование антропогенного воздействия на окружающую среду представляет собой одну из самых важных экологических задач. Экологическое нормирование призвано ограничить антропогенные воздействия экологическими возможностями живых систем и нацелено на оптимизацию взаимодействия человека с природой.

Экологическое нормирование предусматривает:

- учет множественности путей загрязнения и самоочищения элементов биосферы при оценке последствий антропогенного воздействия;
- выявление наиболее чувствительных к антропогенному воздействию, «критических» компонентов биосферы;
- развитие научного подхода к нормированию антропогенных воздействий с учетом их влияния на природные экосистемы.

Основным критерием при определении допустимой экологической нагрузки является отсутствие снижения продуктивности, стабильность и разнообразие экосистем.

При нормировании антропогенных воздействий большое значение имеют приоритетные факторы (загрязнители окружающей среды).

Для предупреждения негативного воздействия загрязняющих веществ на компоненты экосистем в настоящее время применяются следующие показатели.

Летальная доза (ЛД₅₀ и ЛД₁₀₀). Опасность химического вещества характеризуют величиной зоны острого токсического действия: (ЛД₅₀ и ЛД₁₀₀) - количество токсиканта, вызывающее гибель 50% подопытных животных), чем больше эта величина, тем безопаснее данное вещество (рис.1).

Суть этих характеристик: либо все, либо половина животных погибает от полученной ими дозы токсина. Дозу определяют обычно в весовом количестве токсина на 1 кг живого веса объекта.

Эта доза вводится в подопытный организм чаще всего с пищей или водой. Токсичными считаются все те вещества, у которых ЛД мала. Так, у классических ядов — цианистого калия и стрихнина ЛД₁₀₀ составляет 10 и 0,5 мг/кг. Намного меньше ЛД у боевых отравляющих веществ, у некоторых природных токсинов растительного происхождения: $2 \cdot 10^{-4}$ мг/кг у майтотоксина, $5 \cdot 10^{-4}$ мг/кг у палитоксина, вырабатываемых микроводорослями, некоторыми типами кораллов. Все приведенные цифры характеризуют ударную летальную дозу — введенную в организм одновременно.

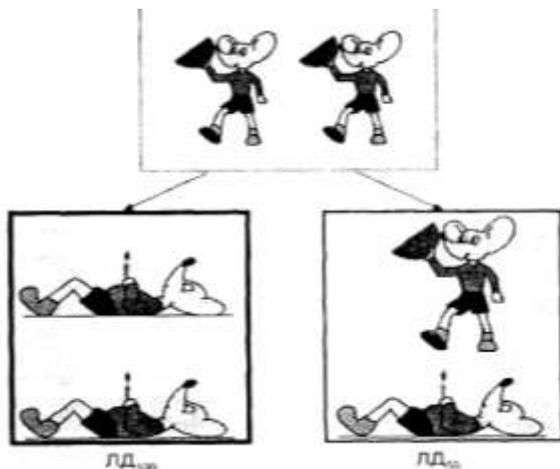


Рис. 1. Качественная иллюстрация меры токсичности веществ: летальная доза (LD_{100}), полулетальная доза (LD_{50}).

ПДК является наиболее распространенным показателем оценки состояния объектов окружающей природной среды. Значение ПДК устанавливается органами здравоохранения. В основе установления ПДК лежат известные экологические законы: закон Либиха (минимума) и закон Шелфорда (толерантности).

Суть первого состоит в том, что веществом, присутствующим в недостатке (в минимуме) по сравнению с потребностями живого организма (например, растения), определяется жизнеспособность и продуктивность этого организма.

Суть закона толерантности состоит в том, что состояние организма зависит не только от вещества, присутствующего в недостатке, но и от вещества, присутствующего в избытке по отношению к потребностям организма. Это значит, что любой организм, в том числе и человеческий, имеет как верхний, так и нижний пределы выносливости (толерантности) по отношению к физическому или химическому фактору. Загрязняющие вещества (в большинстве случаев ксенобиотики) - это обычные экологические факторы, и экологические законы распространяются на их действие. Поэтому же пороговые значения экологического фактора, при которых в организме еще не может произойти никаких необратимых патологических изменений, принимаются в качестве ПДК.

Общепринято, что ПДК ксенобиотика должна быть безвредной для человека (популяции) при длительном употреблении продукта, его

содержащего, не должна ухудшать органолептических свойств продукта и его питательную ценность, превышать концентрации, требуемые по технологическому регламенту.

ПДК - это интегральный показатель опасности химического вещества, выражаемый в миллиграммах на 1 кг или в миллилитрах на 1 л продукта.

Базисными величинами, используемыми для расчета ПДК, являются допустимая суточная доза (ДСД) и допустимое суточное поступление (ДСП) ксенобиотика.

ДСД - это максимальное количество ксенобиотика (в миллиграммах на 1 кг массы тела), ежедневное пероральное потребление которого на протяжении всей жизни человека безвредно, т. е. не оказывает неблагоприятного влияния на жизнедеятельность и здоровье настоящего и будущего поколений.

Умножая ДСД на массу тела человека, определяют ДСП (в миллиграммах в сутки) в составе пищевого рациона, в который входят суточный набор продуктов и вода (питьевая и в составе готовых блюд). Зная ДСД, ДСП и средний набор пищевых продуктов в суточном рационе, рассчитывают ПДК ксенобиотика в тех продуктах, в которых он может находиться.

Обоснование ДСД, ДСП, ПДК ксенобиотиков в пищевых продуктах проводится в ходе исследований по схеме (рис. 2), весьма трудоемкой и дорогостоящей. Как видно из схемы, первый этап - подготовительный, заключающийся в предварительной токсикологической гигиенической оценке нормируемого токсического вещества.

Первичную токсикологическую характеристику ксенобиотика получают с помощью острого эксперимента на двух-трех видах модельных животных, определяют ЛД₅₀ (среднелетальную дозу), и затем с помощью расчетов устанавливают ориентировочную пороговую или подпороговую дозу вещества в хроническом эксперименте.

Второй этап - основной, в ходе хронического эксперимента определяют пороговую и максимально недействующую дозу изучаемого вещества по общетоксическому действию.

На третьем этапе работы обобщают результаты исследований и обосновывают ДСД и ПДК ксенобиотика в пищевых продуктах.

Четвертый этап - наблюдения для подтверждения безопасности использования ПДК, и, если требуется, внесение поправок в гигиенические нормативы. Исследуется фактическое содержание ксенобиотика в продуктах и при наличии показаний - носительство его человеком. При использовании критерия ПДК для оценки качества продукции он отражает конечный результат уже полученной продукции.

ПДК выступает опосредованным показателем антропогенного воздействия на экосистемы. Он практически не принимает во внимание структуру и состояние экосистем, особенностей технологии воздействия человека на них. ПДК загрязняющего вещества в продукции не учитывает степень воздействия его на другие компоненты экосистемы, тогда как необходимо экологическое нормирование не только нежелательных веществ в продукции, но и тех причин, которые вызывают их накопление по всей технологической цепочке сельскохозяйственного производства.

В использовании критерия ПДК существует целый ряд ограничений:

- определяется порогом влияния на здоровье человека, не имеющим никакого отношения к порогу устойчивости биоты;
- оценка может быть только предварительной, поскольку не учитывает отклик экосистем на загрязнение в зависимости от свойств почв;
- не отражает уровня техногенного загрязнения и его действия на агроэкосистему, поскольку не учитывает буферные свойства почв;

Оценка степени загрязнения ландшафта по одному из его компонентов не дает объективной картины его геохимического состояния, т.к. коэффициенты техногенной концентрации для разных элементов ландшафта могут различаться на порядок;

величина самоочищающей способности почв в пределах региона может варьировать в десятки раз.

При установлении ограничений на потребление загрязненной продукции необходимо учитывать:

- - содержание загрязнителя и период его полураспада,
- - количество потребляемой загрязненной продукции,
- - нагрузку поступления загрязнителя в организм человека,
- - кумулятивный эффект,
- - возраст и пол человека,
- - химический состав рациона.

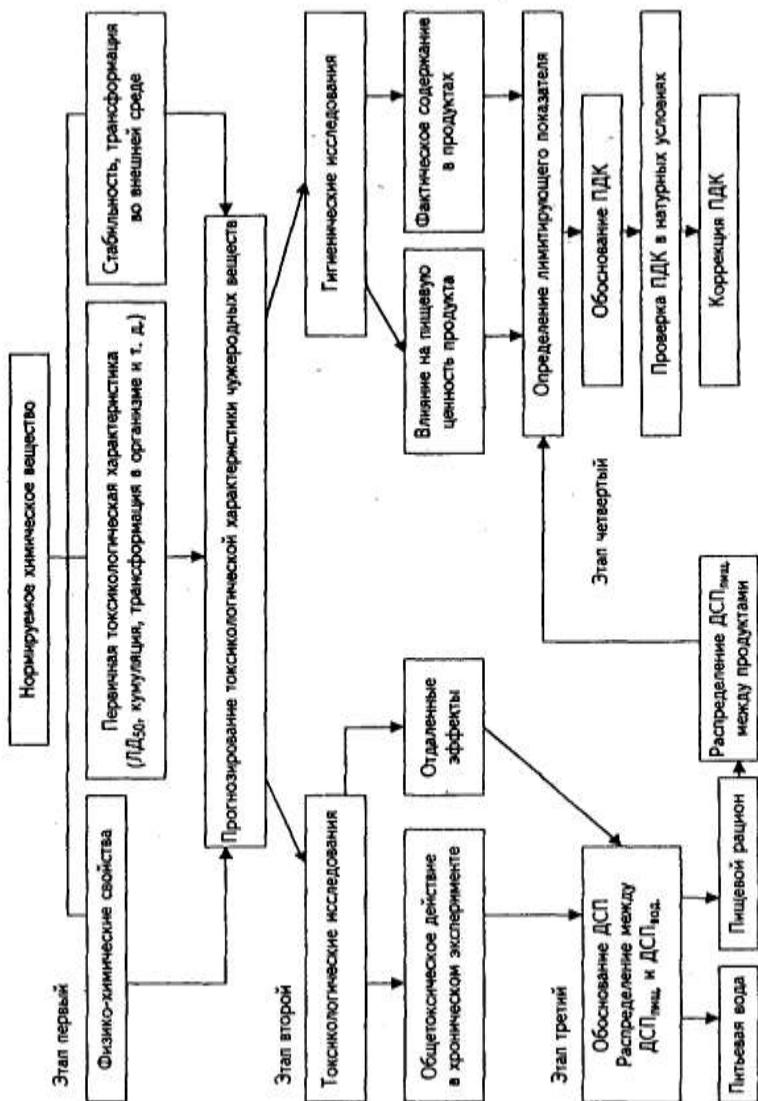


Рис. 2. Схема гигиенических исследований по регламентированию ДСД и ПДК чужеродных веществ в продуктах питания (Курляндский Б.А., Шитиков В.К., Тихонов В.Н., 1986).

В основе критерия оценки качества продукции должна лежать "нагрузка" (допустимая суточная доза-ДСД) загрязняющего вещества на организм теплокровных, которая должна меняться в зависимости от возраста особи, пола, состава рациона и особенностей региона проживания, т.е. должны быть строго региональной.

В разных странах действуют свои национальные системы ПДК. Системы ПДК периодически пересматриваются.

Существуют также ускоренные и экспресс-методы нормирования, которые основаны на корреляционной зависимости между порогом хронического действия ксенобиотика и его химической структурой, физико-химическими или токсическими свойствами, определяемыми в остром или кратковременном эксперименте. Нормативы, полученные с помощью ускоренных и расчетных экспресс-методов, называются ориентировочными безопасными уровнями воздействия вредного вещества (ОБУВ). Срок действия ОБУВ - 2 - 3 года, в течение этого периода разрабатывается ПДК по обычной методике.

Биоиндикаторы. Степень загрязнения окружающей среды необходимо оценивать по наиболее чувствительным объектам биоты, а не по человеку, поскольку он стоит на более высоком уровне пищевой цепи. Используя целый ряд биохимических показателей и морфологических признаков, можно дать адекватную оценку степени загрязнения окружающей среды. Биоиндикаторы обладают целым рядом преимуществ:

- реагируют даже на относительно слабые нагрузки;
- суммируют действие всех без исключения биологически активных антропогенных факторов в окружающей среде;
- не исключают необходимость регистрации химических и физических параметров, характеризующих состояние окружающей среды;
- указывают места скопления в экосистемах различного рода загрязнений и возможные пути попадания веществ в пищу теплокровных;
- позволяют судить о вредности загрязняющих веществ для живой природы и человека.

Контрольные вопросы

1. Антропогенные изменения природной среды и техногенная миграция загрязнителей.
2. Действие токсикантов на человека и теплокровных животных.
3. Качество атмосферного воздуха: нормативы качества.
4. Модели поведения токсикантов в агроэкосистемах.
5. Нормирование качества воды: критерии качества.
6. Основные направления по предотвращению загрязнения сельскохозяйственной продукции.
7. Понятие о фоновом, региональном и локальном загрязнении.
8. Понятие ПДК и фоновый уровень. Их использование.
9. Природные процессы загрязнения воды.
10. Причины загрязнения природной среды минеральными удобрениями и химическими средствами защиты растений.
11. Промышленные загрязнения: органические и неорганические токсины.

ЗАНЯТИЕ 6. ПРОИЗВОДСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

- 1. Понятие качества продукции.**
- 2. Основные виды токсикантов, содержащиеся в пищевых продуктах.**
- 3. Содержание нитратов в растениях.**

Цель работы: оценка качества сельскохозяйственной продукции в условиях техногенеза. Основные виды токсикантов, содержащиеся в пищевых продуктах и их распределение в сельскохозяйственных культурах. Определение нитратов в продукции растениеводства.

1. Понятие качества продукции

В процессе взаимодействия с природой человечество постоянно решало первейшую задачу жизнеобеспечения — производство продуктов питания (единственного источника получения человеком энергии).

Качество и пищевая ценность готовой продукции промышленного производства гарантируются соблюдением требований государственных стандартов и технических условий, которые в установленном порядке согласовываются с Государственным санитарным надзором.

Пищевая ценность отдельных видов и групп продовольственного сырья и пищевых продуктов определяется в основном преимущественным содержанием в каждом из них конкретных пищевых веществ и энергетической ценностью.

Жизнь требует постоянного обмена веществ в организме. Поступление в организм химических элементов способствует питанию и потребляемая вода. В соответствии с рекомендацией диетологов ежедневное поступление химических элементов с пищей должно находиться на определенном уровне (табл.1).

Столько же химических элементов должно ежедневно выводиться из организма, поскольку их содержания находятся в относительном постоянстве. Поступления микроэлементов, тяжелых металлов и различных химических соединений в организм вместе с пищей и водой могут вызвать отравления и различные нарушения в организме человека, имеющие иногда весьма отдаленные последствия (рис.1).

Таблица 1. Суточное поступление химических элементов в организм человека

Химический элемент	Суточное поступление, мг		Химический элемент	Суточное поступление, мг	
	взрослые	дети		взрослые	дети
K	2000-5500	530	Mn	2,0-5,0	1,3
Na	1100-3300	260	Cu	1,5-3,0	1,0
Ca	800-1200	420	Mo	0,075-0,250	0,06
Mg	300-400	60	Cr	0,05	0,04
Zn	15	5	Co	0,2 (вит. B ₁₂)	0,001
Fe	10-15	7,0	Cl	3200	470
PO ₄ ³⁻	800-1200	210	Se	0,05-0,07	-
SO ₄ ²⁻	10	-	F	1,5-4,0	0,6
J	0,15	0,07			

Под экологически безопасной сельскохозяйственной продукцией понимают такую продукцию, которая в течение принятого для различных ее видов «жизненного цикла» (производство — переработка — потребление) соответствует установленным органолептическим, общегигиеническим, технологическим и токсикологическим нормативам и не оказывает негативного влияния на здоровье человека, животных и состояние окружающей среды.

Проблему получения качественного продовольствия можно решить на основе экологизации сложившихся или вновь создаваемых систем ведения сельского хозяйства.

В основе критерия оценки качества продукции должна лежать "нагрузка" (суточная норма потребления) загрязняющего вещества на организм теплокровных, которая должна меняться в зависимости от возраста особи, пола, состава рациона и особенностей региона проживания, т.е. должны быть строго региональной.

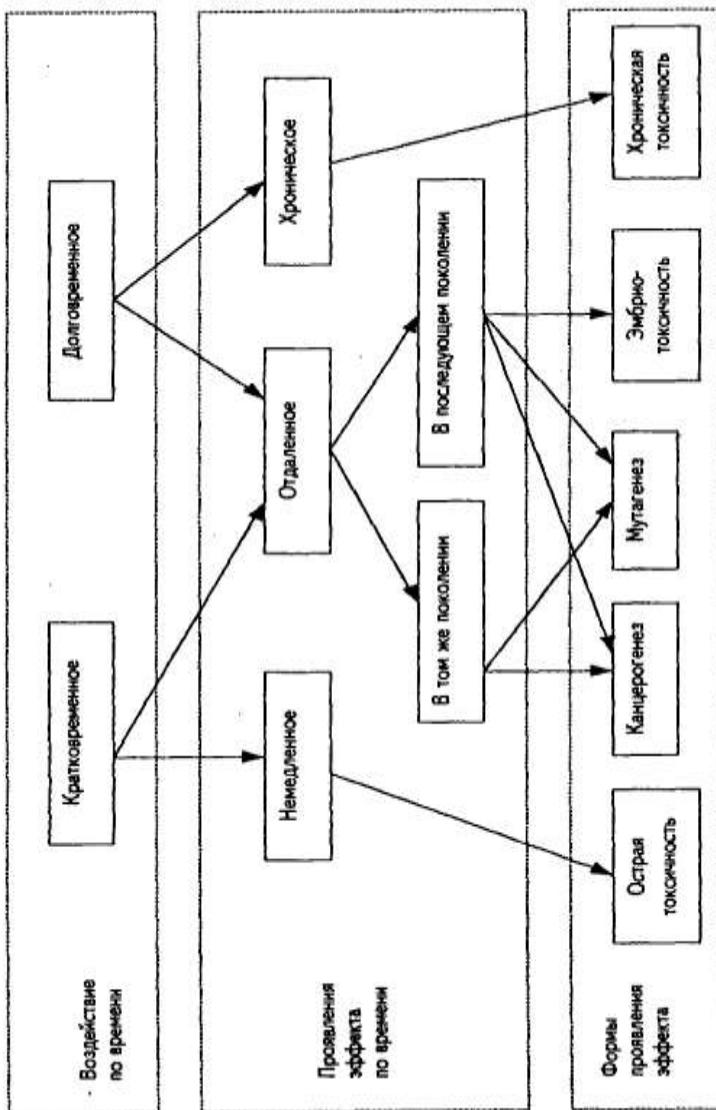


Рис. 1. Классификация токсичных веществ по времени воздействия на биологические объекты и по форме проявления эффекта (Оксенгендлер Г.И., 1991).

2. Основные виды токсикантов, содержащиеся в пищевых продуктах

Неблагоприятное действие ксенобиотиков связано с миграцией химических веществ по одной или нескольким экологическим цепям (рис.2).

Различные опасности, связанные с пищевыми продуктами, можно сгруппировать в три группы от максимального до минимального риска:

1. опасности микробного происхождения (патогенные и токсигенные агенты заболеваний, грибковые метаболиты);

2. опасности питательных веществ (недостаток и избыток элементов питания);

3. опасности, связанные с загрязнением из внешней среды:

- опасности естественного происхождения (оксалаты, гликоалкалоиды, цианогеновые гликозиды, гемагглютины);

- промышленные загрязнения (полихлордифенилы, диоксины и живые организмы, бенз(а)пирены, пестициды, тяжелые металлы, нитраты, нитриты, нитрозамины).

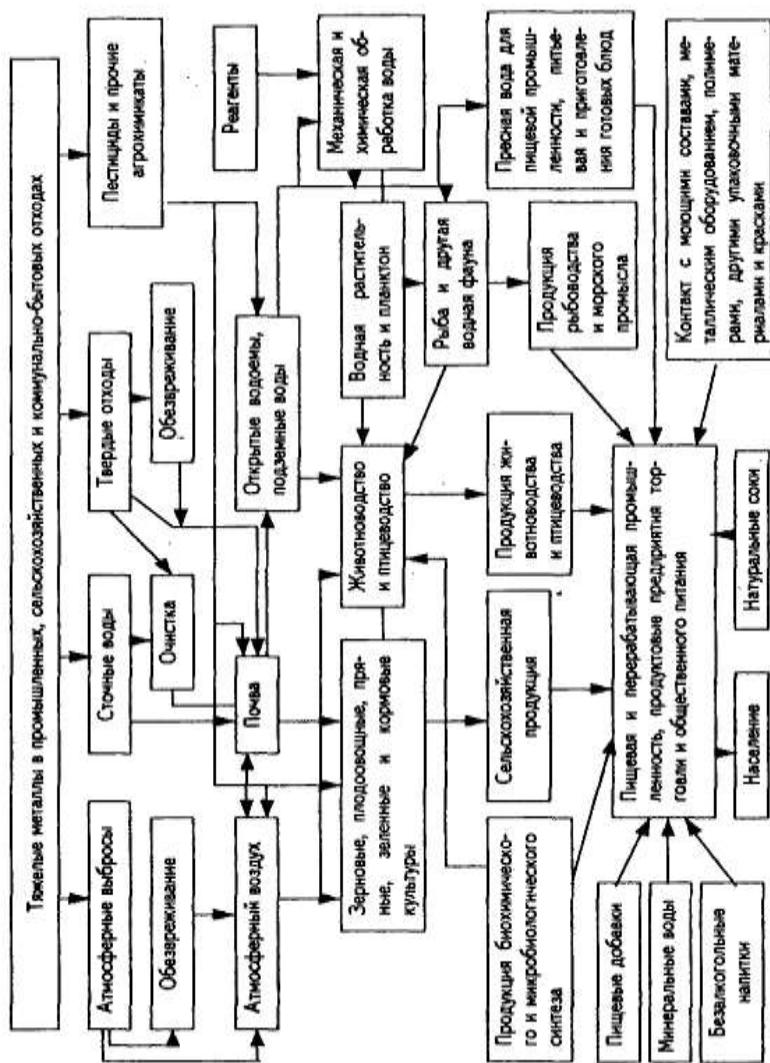


Рис. 2. Схема загрязнения вредными химическими веществами окружающей и внутренней сред, сырья растительного и животного происхождения, а также готовой пищевой продукции.

3. Содержание нитратов в растениях

Нитраты - неотъемлемая часть всех наземных и водных экосистем, поскольку процесс нитрификации, ведущий к образованию окисленных неорганических соединений азота, носит глобальный характер. Нитраты присутствуют в растениях, растущих в различных природных условиях (табл.2).

Таблица 2. Нитратный азот в лекарственных растениях, мг/100 г возд.-сух. массы (П.Ф. Тиво, Л.А. Саскевич, 1990)

Вид растения	мг/ 100 г	Вид растения	мг/ 100 г
Аир обыкновенный	4,0	Душица обыкновенная	28,20
Багульник болотный	5,98	Зверобой продырявленный	8,86
Бессмертник песчаный	21,40	Крапива двудомная	264,15
Брусника обыкновенная	11,7	Мята перечная	87,10
Вахта трехлистная	13,2	Подорожник большой	109,0
Вереск обыкновенный	8,90	Чабрец обыкновенный	41,10
Девясил высокий	22,90	Черника: ягода, сырое вещество	0,52

В связи с применением азотных удобрений, поступление неорганических соединений азота в растения возрастает. Избыточное потребление азота удобрений ведет к аккумуляции нитратов в растениях. Накопление нитратов в растениях может происходить не только от переизбытка азотных удобрений, но и при снижении у ряда растений активности фермента нитратредуктазы. Наблюдается четкое различие видов и сортов растений по накоплению и содержанию нитратов. Существуют виды овощных культур с большим и малым содержанием нитратов. Так, накопителями нитратов являются семейства тыквенных, капустных, сельдерейных. Наибольшее их количество содержится в листовых овощах: петрушке, укропе, сельдерее, наименьшее - в томатах, баклажанах, чесноке, зеленом горошке, винограде, яблоках и др. И между отдельными сортами существуют в этом отношении сильные различия. Зимние сорта капусты мало накапливают нитратов по сравнению с летними.

Наибольшее количество нитратов содержится в засушенных и проводящих органах растений - корнях, стеблях, черешках и жилках ли-

стьев. Так, у капусты наружные листья кочана содержат в 2 раза больше нитратов, чем внутренние. А в жилке листа и кочерыжке содержание нитратов в 2-3 раза больше, чем в листовой пластинке (рис. 3). У кабачков, огурцов и т.п. плодов нитраты убывают от плодоножки к верхушке.

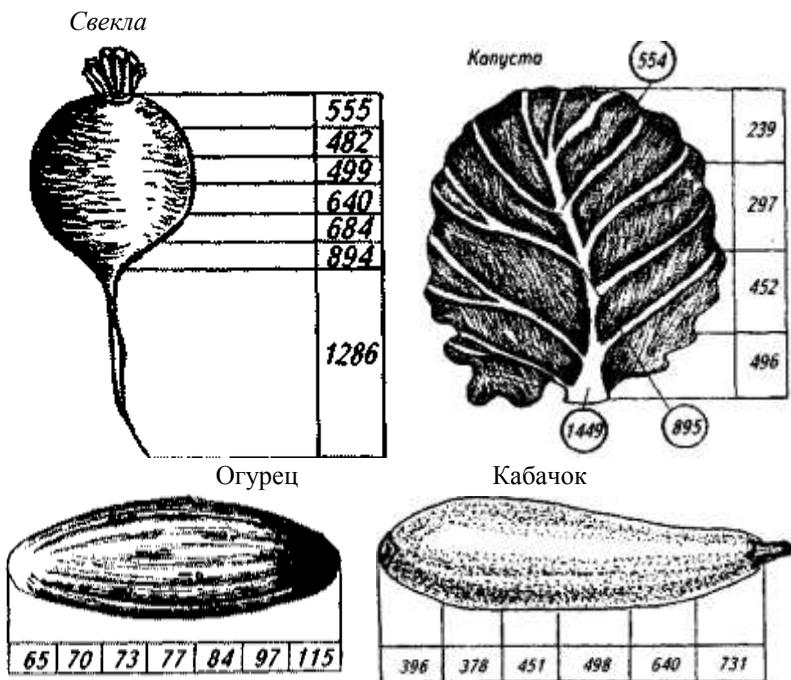


Рис. 3. Распределение нитратов в растениях (В.А.Черников, 2000 г, мг/кг сырой массы).

В результате употребления продуктов, содержащих повышенное количество нитратов, человек может заболеть метгемоглобинией. При этом заболевании ион NO_3^- взаимодействует с гемоглобином крови, а образовавшийся в результате этого метгемоглобин не способен переносить кислород и человек испытывает кислородную недостаточность. В желудочно-кишечном тракте избыточное количество нитратов под действием микрофлоры кишечника превращается в токсичные нитриты, а далее возможно превращение их в нитрозоамины - сильные канцерогенные яды.

В среднем на 20% уменьшается содержание нитратов в процессе кулинарной обработки продуктов (вымачивание, кипячение, удалением тех частей, которые содержат большое количество нитратов). Другие виды приготовления овощей – квашение, посол, маринование – также снижают содержание нитратов.

Допустимые нормы нитратов (по данным ВОЗ) составляют 5 мг (по NO_3^-) в сутки на 1 кг массы взрослого человека. В настоящее известно, что примерно 50-80% поступивших нитратов выводится из организма с мочой за 4-12 часов.

В целях контроля за безопасностью продуктов питания в нашей стране разработаны и введены ПДК* для 16 видов овощей и фруктов (табл.3).

Таблица 3. Предельно допустимое содержание нитратного азота в плодах и овощах

Наименование	ПДК, мг/кг	Наименование	ПДК, мг/кг
Капуста белокачанная ранняя (до 1.09)	900	Свекла столовая	1400
Капуста белокачанная поздняя	500	Лук репчатый	80
Морковь ранняя	400	Лук перо	600
Морковь поздняя	250	Лук перо закрытого грунта	800
Томаты открытого грунта	150	Арбузы, виноград, яблоки, груши	60
Томаты закрытого грунта	300	Кабачки	400
Огурцы	150	Перец сладкий	200
Огурцы парниковые и тепличные	400	Перец сладкий закрытого грунта	400
Листовые овощи	2000	Дыни	90
Листовые овощи закрытого грунта	3000	Продукты детского питания	50

* Предельно допустимая концентрация (допустимое остаточное количество) вредного вещества в продуктах питания (ПДКпр) - это концентрация вредного вещества в продуктах питания, которая в течение неограниченно продолжительного времени (при ежедневном воздействии) не вызывает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Контрольные вопросы

1. Качество продуктов питания и здоровье человека.
2. Классификация токсичных веществ по времени воздействия на биологические объекты и по форме проявления эффекта
3. Медико-биологические аспекты качества сельскохозяйственной продукции.
4. Модели поведения токсикантов в агроэкосистемах.
5. Основные виды токсикантов, содержащиеся в пищевых продуктах: нитраты, радиоактивные элементы, микотоксины.
6. Основные виды токсикантов, содержащиеся в пищевых продуктах: тяжелые металлы, остаточные количества пестицидов.
7. Основные направления по предотвращению загрязнения сельскохозяйственной продукции.
8. Основные факторы, влияющие на поведение токсикантов в системе почва - растение - животное - человек.
9. Понятие качества продукции. Сущность и понятия «экологически безопасная продукция».
10. Причины загрязнения природной среды минеральными удобрениями и химическими средствами защиты растений.
11. Причины ухудшения качества продуктов питания.

ЗАНЯТИЕ 7. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ, ТЕРРИТОРИИ, ПОПУЛЯЦИИ И ОСОБИ ПО КОМПЛЕКСУ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

- 1. Биомониторинг гомеостаза живых организмов.**
- 2. Получение данных и статистическая обработка.**
- 3. Пример оценки стабильности развития березы повислой.**
- 4. Оценка состояния популяции (экосистемы, территории)
по стабильности развития березы повислой.**

Цель работы: оценка состояния окружающей среды по изменению морфологических признаков у растений.

1. Биомониторинг гомеостаза живых организмов

Стабильность развития как способность организма к развитию без нарушений и ошибок является чувствительным индикатором состояния природных популяций.

В нормальных условиях организм реагирует на воздействие среды посредством сложной физиологической **системы** буферных гомеостатических механизмов. Эти механизмы поддерживают оптимальное протекание процессов развития. Под воздействием неблагоприятных условий эти механизмы могут быть нарушены, что приводит к изменению развития.

Прежде всего, уровень гомеостаза развития может быть оценен с морфологической точки зрения. Основным подходом при оценке морфологических изменений, вследствие нарушений гомеостаза развития, является морфогенетический.

Наиболее простым и доступным для широкого использования способом оценки стабильности развития является определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков.

Изменение стабильности развития, как общей характеристики состояния организма, обычно отражается на изменчивости самых разных признаков организма. Это означает, что принципиальных ограничений на используемые признаки нет. Можно использовать качественные и количественные признаки, включая меристические (счетные) и пластические (промеры) признаки. Особенностью показателей стабильности развития является то, что они, как правило, независимы даже по высоко коррелированным между собой признакам одной морфологической структуры. Основным требованием при выборе признаков является возможность однозначного их учета.

Главным критерием выбора признаков является возможность получения сходных результатов при повторном учете признаков тем же или другим оператором. Для получения надежных результатов лучше использовать систему признаков.

2. Получение данных и статистическая обработка

Оценка стабильности развития по каждому признаку сводится к оценке асимметрии. На практике это означает учет различий в значениях признака слева и справа.

Для меристического признака величина асимметрии у каждой особи определяется по различию числа структур слева и справа.

Популяционная оценка выражается средней арифметической этой величины. Статистическая значимость различий между выборками определяется по t-критерию Стьюдента.

Для пластического признака величина асимметрии у особи рассчитывается как различие в промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах.

Использование такой относительной величины необходимо для того, чтобы нивелировать зависимость величины асимметрии от величины самого признака. Популяционная оценка выражается средней арифметической этой величины. Статистическая значимость различий между выборками определяется по t-критерию Стьюдента.

При анализе комплекса морфологических признаков лучше использовать интегральные показатели стабильности развития.

Интегральным показателем стабильности развития для комплекса меристических признаков является средняя частота асимметричного проявления на признак.

Этот показатель рассчитывается как средняя арифметическая числа асимметричных признаков у каждой особи, отнесенная к числу используемых признаков. В данном случае не учитывается величина различия между сторонами, а лишь сам факт асимметрии, несходства значений признака на разных сторонах тела. За счет этого устраняется возможное влияние отдельных сильно уклоняющихся вариантов.

Интегральным показателем стабильности развития для комплекса пластических признаков является средняя величина относительного различия между сторонами на признак.

Этот показатель рассчитывается как средняя арифметическая суммы относительной величины асимметрии по всем признакам у каждой особи, отнесенная к числу используемых признаков. Система пластических признаков используется при оценке стабильности развития у растений.

3. Пример оценки стабильности развития березы повислой

В таблице 1 дан пример расчета средней относительной величины асимметрии на признак для 5 промеров листа у 10 растений.

Таблица 1. Образец таблицы для обработки данных по оценке стабильности развития с использованием пластических признаков (промеры листа)

№ особи	Номер признака*									
	1		2		3		4		5	
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
1	18	20	32	33	4	4	12	12	46	50
2	20	19	33	33	3	3	14	13	50	49
3	18	18	31	31	2	3	12	11	50	46
4	18	19	30	32	2	3	10	11	49	49
5	20	20	30	33	6	3	13	14	16	53
6	12	14	22	22	4	4	11	9	39	39
7	14	12	26	25	3	3	11	11	34	40
8	13	14	25	23	3	3	10	8	39	42
9	12	14	24	25	5	5	9	9	40	32
10	14	14	25	25	4	4	9	8	32	32

* Описание признаков на рис. 1.

1. В первом действии для каждого промеренного листа вычисляются относительные величины асимметрии для каждого признака. Для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делят на сумму этих же промеров:

$$(L-R)/(L+R),$$

Например: Лист N1 (таблица 2), признак 1.

$$(L-R)/(L+R)=(18-20)/(18+20)=2/38=0,052$$

Полученные величины заносятся во вспомогательную таблицу 3 в графы 2-6.

2. Во втором действии вычисляют показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммируют значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков.

Например, для листа 1 (табл. 2):

$$(0,052+0,015+0+0+0,042)/5=0,022$$

Таблица 2. Вспомогательная таблица для расчета интегрального показателя флукутуирующей асимметрии в выборке

№ п/п	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
1	0,052	0,015	0	0	0,042	0,022
2	0,026	0	0	0,037	0,010	0,015
3	0	0	0,2	0,044	0,042	0,057
4	0,027	0,032	0,2	0,048	0	0,061
5	0	0,048	0,33	0,037	0,071	0,098
6	0,077	0	0	0,1	0	0,035
7	0,077	0,019	0	0	0,081	0,036
8	0,037	0,042	0	0,111	0,037	0,045
9	0,077	0,020	0	0	0,111	0,042
10	0	0	0	0,059	0	0,012
Величина асимметрии в выборке:						X=0,042

Результаты вычислений заносят в графу 7 вспомогательной таблицы.

3. В третьем действии вычисляется интегральный показатель стабильности развития - величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляют среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого листа. В нашем случае искомая величина равна:

$$(0,022+0,015+0,057+0,061+0,098+0,035+0,036+0,045+0,042+0,012)/10=0,042$$

Статистическая значимость различий между выборками по величине интегрального показателя стабильности развития (частота асимметричного проявления на признак, величина среднего относительного различия между сторонами на признак) определяется по t-критерию Стьюдента.

Эти показатели дают интегральную характеристику стабильности развития по комплексу некоррелированных параметров по разным признакам.

Расчет показателей на признак дает возможность для сравнения результатов, получаемых по разному числу признаков.

При сравнении выборок может быть зафиксировано определенное различие и оценена его статистическая значимость. Такая оценка особенно важна для сравнения различных территорий и видов. При получении

данных по различным природным популяциям возможна разработка балльной шкалы для оценки степени отклонения от нормы (табл.3).

Таблица 3. Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula*)

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	<0,040
II	0,040 - 0,044
III	0,045 - 0,049
IV	0,050 - 0,054
V	>0,054

Базовые принципы для ее построения следующие. Диапазон значений показателя, соответствующий условно нормальному фоновому состоянию, принимается как первый балл (условная норма). Диапазон значений, соответствующий критическому состоянию, принимается за пятый балл. Весь диапазон между этими пороговыми уровнями ранжируется в порядке возрастания значений показателя. Поскольку при этом суммируются данные по ряду независимых показателей, мы получаем в действительности интегральную оценку ситуации для сравнения различных территорий и видов.

В приведенном примере показатель асимметрии был равен 0,042, что соответствует второму баллу шкалы. Это означает, что растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов.

4. Оценка состояния популяции (территории) по стабильности развития березы повислой

• *Объект исследований.* Для исследований предлагается использовать лист, как орган, обладающий билатеральной симметрией.

• *Сроки сбора материала.* Сбор материала следует проводить после остановки роста листьев (в средней полосе начиная с июля).

• *Объем выборки.* Каждая выборка должна включать в себя 50 листьев (по 5 листьев из нижней части кроны с 10 деревьев). Листья с одного растения лучше хранить отдельно, для того, чтобы в дальнейшем можно было проанализировать полученные результаты индивидуально для каждой особи. Для этого собранные с одного дерева листья связывать за черешки. Все листья, собранные для одной выборки, сложить в полиэтиленовый пакет, туда же вложить этикетку. В этикетке указать номер выборки, место сбора (делая максимально подробную привязку к местности), дату сбора.

В лаборатории (дома) листья высушить и закрепить на плотном листе бумаги. Оформить в виде гербария с подробным описанием места сбора.

- *Условия произрастания.* Листья должны быть собраны с растений, находящихся в одинаковых экологических условиях (уровень освещенности, увлажнения и т.д.). Рекомендуется выбирать растения, растущие на открытых участках (полянах, опушках), поскольку многие виды светолюбивы и условия затенения являются для них стрессовыми и могут существенно снизить стабильность развития.

- *Возрастное состояние растения.* Для исследования мы рекомендуем выбирать растения, достигшие генеративного возрастного состояния.

- *Положение в кроне.* Рекомендуется собирать листья из одной и той же части кроны с разных сторон растения с максимального количества доступных веток относительно равномерно вокруг дерева,

- *Размер листьев* должен быть сходным, средним для данного растения.

- *Поврежденность листьев.* Поврежденные листья могут быть использованы для анализа, если не затронуты участки, с которых будут сниматься измерения. Рекомендуется собирать с растения несколько больше листьев, чем требуется, на тот случай, если часть листьев из-за повреждений не сможет быть использована для анализа.

- *Подготовка и хранение материал.* Материал может быть обработан сразу после сбора, или позднее. Для непродолжительного хранения собранный материал можно хранить в полиэтиленовом пакете на нижней полке холодильника. Для длительного хранения можно зафиксировать материал в 60% растворе этилового спирта или гербаризировать.

- *Измерение.* Для измерения лист помещают пред собой стороной, обращенной к верхушке побега. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам левой и правой сторон листа (рис. 1).



Рис. 1. Схема морфологических признаков для оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula*).

1 - Ширина левой и правой половинок листа. Для измерения лист складывают пополам, совмещая верхушку с основанием листовой пластинки. Потом разгибают лист и по образовавшейся складке производят измерения.

2 - Длина жилки второго порядка, второй от основания листа.

3 - Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка.

4 - Расстояние между концами этих же жилок.

5 - Угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Для измерений потребуются измерительный циркуль, линейка и транспортир. Промеры 1 - 4 снимаются циркулем-измерителем, угол между жилками (признак 5) измеряется транспортиром.

Результаты измерений занести в таблицы 4 и 5.

Таблица 4. Оценка стабильности развития у березы повислой

№ особи	Номер признака*									
	1		2		3		4		5	
	сле-ва	спра-ва	сле-ва	спра-ва	сле-ва	спра-ва	сле-ва	спра-ва	сле-ва	спра-ва
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Таблица 5. Вспомогательная таблица для расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке

№ п/п	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Величина асимметрии в выборке:						X=

Провести анализ результатов замеров, используя методические указания.

Сделать вывод о степени загрязнения территории и уровне антропогенной нагрузки.

Построить ранжированный ряд районов Брянской области по степени убывания антропогенной нагрузки на основании полученных аналитических результатов.

ЗАНЯТИЕ 8. ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

1. **Понятие атмосферы. Негативные изменения качественного состава атмосферы.**
2. **Критерии качества атмосферного воздуха и нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.**
3. **Рассеивание вредных выбросов в атмосфере.**

1. Понятие атмосферы. Негативные изменения качественного состава атмосферы

Атмосфера — газообразная оболочка Земли, включающая смесь различных газов, водяных паров и пылевых (аэрозольных) частиц; обычно делится на тропосферу, стратосферу, мезосферу и термосферу. В биосферу Земли входит тропосфера - надземная и подземная. Современная атмосфера в значительной степени является продуктом живого вещества биосферы.

Атмосферный воздух является той естественной средой, которая непосредственно и постоянно окружает человека. Он выполняет важнейшие *экологические, геологические, терморегулирующие, защитные, энергоресурсные, хозяйственные* функции и оказывает воздействие на здоровье и трудоспособность людей, жизнедеятельность растительного и животного мира, на климат планеты, состояние и сохранность материальных ценностей. Воздух - незаменимый компонент производственного процесса.

Состав чистого атмосферного воздуха, %: азот - 78,08; кислород - 20,95; углекислый газ - 0,035; остальное - инертные газы (аргон, водород, неон, гелий, криптон, ксенон).

Научно-технический прогресс, индустриализация общества привели к **негативным изменениям качественного состава атмосферы**. Вследствие деятельности человека в атмосферу поступают углекислый газ, угарный газ, диоксид серы, метан, оксиды азота, хлорфторуглероды, различные углеводороды и другие загрязняющие вещества. Быстрый и повсеместный рост промышленности и транспорта в XX столетии привел к такому увеличению объемов и токсичности выбросов, которые уже не могут быть «растворены» в атмосфере до безвредных для природной среды и человека концентраций. Например, только мировым парком автомобилей с двигателями внутреннего сгорания ежегодно в атмосферу выбрасывается: оксида углерода - 260 млн. т, летучих углеводородов - 40 млн. т, оксидов азота - 20 млн. тонн.

Такие изменения сопровождаются ростом загрязнения воздушного бассейна, угрозой истощения его кислородных ресурсов, нарушением защитных функций, выполняемых атмосферой, в результате разрушения озонового слоя; увеличением шума и вредных излучений, негативным воздействием на погоду и климат. В этих условиях важнейшей задачей является полный учет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и оценка их воздействия на природную среду.

2. Критерии качества атмосферного воздуха и нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Под **качеством атмосферного** воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую воздействие физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир в различной степени, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

В качестве **оценочного критерия качества** атмосферного воздуха установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества.

ПДК - максимальная концентрация примесей в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного влияния, включая отдаленные последствия.

В нашей стране действуют утвержденные Госинспекцией ПДК вредных газов, паров и аэрозолей в *воздухе рабочей зоны* и ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе *населенных мест*, для которых установлены две нормы — *максимальная разовая* (ПДК м.р.) и *среднесуточная* (ПДК с.с.). Основные термины и определения, касающиеся показателей загрязнения атмосферы, программ наблюдения, поведения примесей в атмосферном воздухе определены согласно ГОСТ 17.2.1.03-84 «Термины и определения контроля загрязнения» и ГОСТ 17.2.3.02-78 «Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями».

ПДК м.р. — концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных реакций в организме человека.

ПДК с.с. - концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании. Именно ПДК с.с. может выступать в качестве «эталоны» для оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне.

ПДК рабочей зоны - концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, или при другой продолжительности (но не более 41 часа в неделю) на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования.

Рабочая зона - воздушное пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

► Наибольшая концентрация каждого вредного вещества в приземном слое воздуха населенных мест не должна превышать ПДК м.р.

► При одновременном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих однонаправленным действием (**эффектом суммации, например, SO_2 и NO_2**), их безразмерная концентрация (**X**) должна удовлетворять условию:

$$X = C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + \dots + C_n/\text{ПДК}_n \leq 1, \text{ где}$$

$C_1, C_2 \dots C_n$ - концентрации вредных веществ в одной и той же точке местности, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_n$ - допустимые максимальные разовые концентрации тех же веществ.

В зонах санитарной охраны курортов, местах размещения крупных санаториев и домов отдыха, зонах отдыха городов показатель X должен быть $\leq 0,8$.

Предельно допустимые концентрации некоторых загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов представлены в табл. 1.

Состояние атмосферного воздуха, загрязненного несколькими веществами оценивается также с помощью комплексного показателя - индекса загрязнения атмосферы (ИЗА).

ИЗА равен сумме нормированных по ПДК и приведенных к концентрации диоксида серы средних содержаний различных веществ.

Таблица 1. ПДК некоторых загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов, мг/м

Загрязняющие вещества	ПДК с.с.	ПДК м.р.	Класс опасности
<i>Основные</i>			
Твердые (пыль)	0,15	0,500	3
Диоксид серы	0,05	0,500	3
Диоксид азота	0,04	0,085	2
Оксид азота	0,06	0,400	3
Оксид углерода	3,00	5,000	4
<i>Специфические</i>			
Аммиак	0,04	0,20	4
Хлористый водород	0,20	0,20	2
Сероуглерод	0,005	0,03	2
Бенз(а)пирен	0,000001	-	1
Фенол	0,003	0,01	2
Формальдегид	0,003	0,035	2
Фтористый водород	0,005	0,02	2
Сероводород	-	0,008	2
Ртуть	0,0003	.	1
Свинец	0,0003	0,001	1
Никель	0,001	-	2
Мышьяк	0,003	0,003	2

Комплексный ИЗА - Y_n , учитывающий n веществ, рассчитывается по формулам:

$$Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i \quad \text{и} \quad Y_i = \sum_{i=1}^n (Q_{cp.i} / ПДК_{с.с.i}) \cdot c_i, \text{ где}$$

Y_i - единичный индекс загрязнения;

$Q_{cp.i}$ - средняя концентрация i -го вещества в воздухе, мг/м³;

$ПДК_{с.с.i}$ - среднесуточная предельно допустимая концентрация i -го вещества в воздухе, мг/м³;

c_i - безразмерная константа приведения степени вредности вещества к вредности диоксида серы.

В зависимости от класса опасности загрязнителя значения c_i равны: 1 класс - 1,7; 2 класс - 1,3; 3 класс - 1,0; 4 класс - 0,9;

n - число вредных веществ, учитываемых в комплексном ИЗА.

Для сопоставимости данных загрязненности атмосферы несколькими веществами в разных районах (города, области и т.д.) комплексные ИЗА должны быть рассчитаны для одинакового количества примесей (n). При составлении ежегодного списка регионов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы для расчета комплексного ИЗА (Y_n) используют наибольшие значения единичных индексов (Y_i) для *пяти загрязняющих веществ*.

Например, если в регионе N рассчитанные единичные Y_i по восьми вредным веществам равны: 1,2; 0,4; 2,3; 1,5; 2,5; 0,8; 1,9; 2,1; то комплексный ИЗА (Y_5) *будет равен*:

$$Y_5 = \sum_{i=1}^5 = 10.3 \text{ (т.е. сумма } 2,5; 2,3; 2,1; 1,9; 1,5).$$

Количественное ранжирование показателя ИЗА приведено в табл. 2.

Таблица 2. Критерии оценки состояния загрязнения атмосферы по комплексному индексу (ИЗА)

Показатель	Экологическое состояние атмосферы			
	экологическая норма (Н)	экологический риск (Р)	экологический кризис (К)	экологическое бедствие (Б)
ИЗА (Y_n)	<5	5-8	8- 15	> 15

В целях улучшения состояния атмосферного воздуха, предотвращения и снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для каждого предприятия устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Предельно допустимый выброс является научно обоснованным нормативом, устанавливаемым для каждого конкретного источника загрязнения атмосферы. Он рассчитывается из условия, что выбросы загрязняющих веществ от данного источника и всей совокупности выбросов от рядом стоящих источников с учетом антропогенной нагрузки на территорию, их рассеивания и превращения в атмосфере, а также перспектив развития предприятий, *не создадут* приземных концентраций, *превышающих установленные нормативы* качества воздуха (ПДК м. р.).

Для одного или группы предприятий, расположенных в одном районе, *при невозможности* немедленного достижения ими значения ПДВ устанавливаются временно согласованные величины выбросов

(ВСВ) на период выполнения мероприятий по снижению выбросов.

► Для проектируемых и реконструируемых предприятий соблюдение ПДВ является обязательным условием.

Порядок и методы установления ПДВ промышленных предприятий определяются соответствующими стандартами и другими нормативными документами.

Проект нормативов ПДВ является базовым документом для технического задания на осуществление мероприятий по уменьшению выбросов и должен содержать план по их снижению. Нормативы ПДВ *пересматриваются* в случае изменения мощности, технологии производства или режима работы предприятий, но *не реже одного раза в 5 лет*.

Задание:

► В воздухе населенного пункта, расположенного на расстоянии 1500 м от источника выбросов, обнаружено наличие сразу нескольких загрязняющих веществ в следующих концентрациях, мг/м³: диоксид серы - 0,75; хлористый водород -0,22; формальдегид - 0,031; диоксид азота - 0,093; оксид углерода - 6,3; сероводород - 0,009; фтористый водород - 0,02. Дайте экологическую оценку состояния приземного слоя атмосферы населенного пункта. Соблюдаются ли нормативы ПДК м.р. загрязняющих веществ? Предложите систему воздухоохраных мероприятий, необходимых провести на предприятии с данным источником загрязнения.

► В одном из городов ежегодно измеряются концентрации восьми вредных веществ в воздухе: двуокиси азота, окиси углерода, пыли, двуокиси серы, бенз(а)пирена, сероводорода, свинца, фенола. В текущем году средние концентрации этих веществ в воздухе соответственно равны, мг/м³: 0,05; 3,1; 0,25; 0,06; 0,0000018; 0,0074; 0,00035; 0,005. Оценить степень загрязнения атмосферного воздуха в городе по комплексному показателю ИЗА.

3. Рассеивание вредных выбросов в атмосфере

Одним из путей достижения установленных нормативов качества в приземном слое воздушной среды в районах расположения промышленных предприятий является выброс вредных примесей через *вы-*

сокие трубы с целью создания условий их эффективного рассеивания.

С увеличением *высоты* и *скорости выброса* эффективность рассеивания увеличивается, а концентрация примесей в приземном слое уменьшается. Поэтому трубы строят как можно выше (для ТЭС — 180-250 м и выше). Для повышения скорости истечения газов из устья трубы применяют факельный способ выброса, который предусматривает наличие на конце трубы *конфузора* с направляющей насадкой для увеличения дальности выходящей струи.

► Выбросы рекомендуется делать на *эффективную высоту* (Нэ), которую можно найти по формуле:

$$Hэ = H_{тр} + \Delta H, \text{ где}$$

$H_{тр}$ - высота трубы от поверхности земли,

ΔH - высота подъема струи загрязненного воздуха над устьем трубы или факельной насадки.

Величину ΔH находят из выражения:

$$\Delta H = 1,24 w_0 \Delta T D^2 / (U^3 T_в), \text{ где}$$

w_0 - начальная скорость газозвушной смеси в устьев трубы, м/с

ΔT - разница в температуре газов и атмосферного воздуха, °С

D - диаметр устья трубы, м

U - скорость ветра, м/с,

$T_в$ - температура атмосферного воздуха, °С/

Если выбросы холодные ($\Delta T = T_г - T_в = 0$, где $T_г$ - температура газов, °С), то величину ΔH определяют по выражению:

$$\Delta H = 4,77 \sqrt{V} * w / (1 + 0,43 U/w), \text{ где}$$

v - количество газозвушной смеси, выбрасываемой в атмосферу, м³/с.

► С целью обеспечения чистоты воздуха жилых районов, выброс основных количеств вредных веществ предприятиями, расположенными на расстоянии от источников выброса до жилых домов не более 5 Нзд (Нзд - средняя высота зданий и сооружений предприятия), рекомендуется осуществлять на высоту не менее 2,5 Нзд.

Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу из труб, переносятся и рассеиваются в ней по-разному в зависимости от метеороло-

гических условий: они могут осаждаться на поверхности земли, растительности, воды, вымываться из атмосферы дождями или улетучиваться в космическое пространство.

На процесс рассеивания выбросов влияют следующие факторы:

- состояние атмосферы;
- рельеф местности и характер расположения на ней предприятий;
- высота, размеры производственных зданий, их взаимное расположение;
- высота трубы;
- скорость газа в трубе, его температура и плотность;
- агрегатное состояние загрязняющих веществ и др.

Горизонтальное перемещение примесей определяется в основном скоростью ветра, а вертикальное - распределением температуры воздуха в вертикальном направлении вблизи трубы.

К *метеорологическим факторам* относят: скорость ветра, температурную стратификацию, влажность воздуха, атмосферное давление. Наибольшее значение имеют данные об изменении метеоусловий в приземном слое воздуха до высоты 50-250 м над поверхностью земли.

Установлено, что наибольшие загрязнения воздуха наблюдаются только при слабых ветрах (в пределах 0-1 м/с) от низких источников. При выбросах из высоких источников максимальные концентрации загрязнения наблюдаются при опасных скоростях движения ветра в пределах 1-7 м/с в зависимости от скорости выхода газозадушной смеси из устья источника.

Рельеф местности, даже при наличии сравнительно невысоких возвышенностей, существенно изменяет микроклимат в отдельных районах, а также характер рассеивания вредных веществ. Исследования загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота показали, что на пересеченной местности распространение вредных примесей носит неравномерный характер: в пониженных местах образуются застойные, плохо проветриваемые зоны с высокой концентрацией.

Динамика распределения концентраций вредных веществ на различных расстояниях от источника выброса позволяет говорить о наличии зон неодинакового загрязнения атмосферы:

► **Зона переброса факела** - расстояние между источником высокого выброса и началом приземления дымового облака за счет переноса воздушными массами и постепенного расширения факела. Данное расстояние характеризуется относительно невысоким содержанием вредных веществ в атмосфере. Непосредственно у источника организованный выброса теоретическое значение концентраций токсических веществ в приземном слое должно быть минимальным, однако по

материалам натуральных наблюдений в ближайшей зоне промышленных предприятий (в том числе и теплоэлектростанций) постоянно обнаруживается наличие загрязнителей в атмосфере, поступающих за счет неорганизованных источников (**зона неорганизованного загрязнения**). Протяженность ее определяется условиями поступления вредных веществ в атмосферу; именно она обуславливает необходимость создания *санитарно-защитной зоны* (для обеспечения установленных ПДК).

► **Зона задымления** - это расстояние, на котором возможно обнаружение максимального для данного источника выброса содержания вредных веществ в приземном слое атмосферы, создаваемого по направлению ветра значительно рассеянным и приблизившимся к поверхности земли дымовым факелом. По данным натурального изучения динамики загрязнения атмосферного воздуха в районе организованного источника выброса, зона задымления в зависимости от метеорологических условий определяется расстоянием, равным **10-40 высотам трубы (Н тр)**.

► **Зона снижения загрязнения** - характеризуется постепенным снижением концентраций загрязняющих веществ по мере удаления от источника загрязнения (рис. 1).

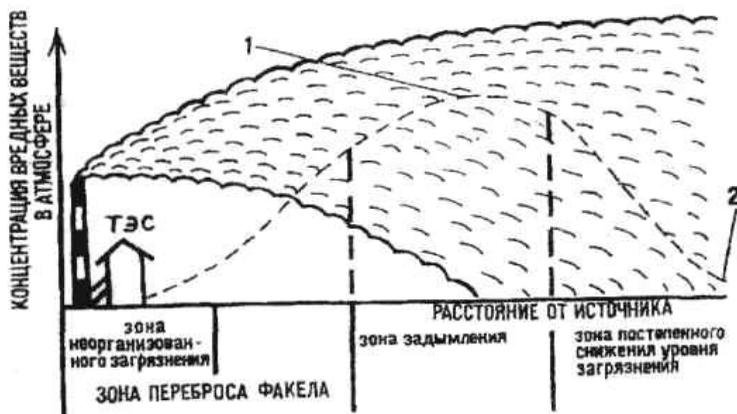


Рис. 1. Схема рассеивания и распределения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы под факелом высокого и мощного источника выброса (ТЭС):

1 - максимальная концентрация вредных веществ; 2 - расчетные концентрации вредных веществ в соответствии с ОНД-86.

Задание:

► Рассчитать наиболее эффективную высоту рассеивания выбросов ($H_э$) источником загрязнения в практически безветренную погоду, если температура воздуха $+25\text{ }^\circ\text{C}$. Промышленный источник загрязнения имеет следующие технические характеристики:

- высота трубы - 120 м,

- диаметр устья трубы - 10 м,

- скорость выброса газовой смеси - 15 м/с,

- температура выбрасываемых газов - $+30\text{ }^\circ\text{C}$.

Средняя высота всех зданий и сооружений промышленного объекта 90 м.

Будет ли соответствовать рассчитанная $H_э$ требованиям, предъявляемым для населенного пункта, если сам источник выбросов удален от него на расстоянии 1 км?

► В каком радиусе от источника загрязнения будет отмечаться наибольшая концентрация вредных веществ, если из трубы высотой 100 м осуществляются выбросы газовой смеси со скоростью 20 м/с?

Контрольные вопросы

1. Критерии качества атмосферного воздуха, нормирование выбросов.

2. Рассеивание выбросов вредных веществ в атмосфере, зоны рассеивания.

ЗАНЯТИЕ 9. ОХРАНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ. ВОЗДЕЙСТВИЕ СБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

- 1. Источники загрязнения водных объектов.**
- 2. Общие требования к составу и свойствам воды.**
- 3. Критерии оценки загрязненности поверхностных вод.**

1. Источники загрязнения водных объектов

Поверхностные водные объекты в основном загрязняются **сточными водами**, сбрасываемыми в них. По происхождению сточные воды подразделяются на:

1. хозяйственно-бытовые;
2. промышленные;
3. поверхностный сток предприятий и населенных пунктов;
4. сельскохозяйственные;
5. рудничные и шахтные воды.

Каждая группа сточных вод имеет свой состав, в котором преобладают определенные загрязняющие вещества.

► **Хозяйственно-бытовые** воды содержат большое количество органических и минеральных веществ в растворенном и взвешенном состоянии. Они образуются в жилых и общественных зданиях, на предприятиях, при приготовлении пищи, после санитарных уборок, стирки и т.п. Согласно нормам от одного жителя в сутки поступает в систему водоотведения загрязнений: взвешенных веществ - 65 г; органических (по БПКп) в неосветленной жидкости - 70, в осветленной - 40; азота аммонийного - 8, фосфатов (по ангидриду) - 3,3, в том числе от моющих средств - 1,6, хлоридов - 9,0, поверхностно-активных веществ - 2,5 г.

► **Промышленные** сточные воды отличаются большим разнообразием состава и концентраций загрязняющих веществ, определяемых характером производства, а также системой водоснабжения и водоотведения.

Все разнообразие промстоков по характеру основных загрязнений можно разделить на 3 группы:

- содержащие минеральные примеси (металлургия, машиностроение, производство стройматериалов, минеральных кислот, удобрений и т.д.);
- содержащие органические примеси (мясная, рыбная, консервная, пищевая промышленность и т.д.);

- содержащие органоминеральные примеси (нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая, текстильная промышленность и др.).

► **Поверхностный сток предприятий и населенных пунктов** формируется за счет дождевых, талых и поливомоечных вод. К основным факторам, определяющим объем поверхностного стока, относятся:

- 1) интенсивность выпадения осадков и их продолжительность;
- 2) общая площадь городской территории, характер ее застройки;
- 3) рельеф местности.

► **Сельскохозяйственные** сточные воды включают стоки животноводческих комплексов, поверхностный сток с полей, коллекторно-дренажные воды. В стоках животноводческих комплексов основными загрязнителями являются органическое вещество, азот, фосфор; растворенные вещества (20-35%) и взвешенные (65-80% от общего объема). Состав поверхностного стока, ливневых и талых вод с сельскохозяйственных угодий содержит вещества, применяемые в качестве удобрений и средств защиты растений. Возможный вынос биогенных элементов зависит от многих факторов: характера использования поля, выращиваемой культуры, дозы внесения и химического состава удобрений, типа почв, объема поверхностного стока. В условиях длительного применения высоких доз удобрений в поверхностные и грунтовые воды поступает до 20% внесенного азота и калия, 1,5-2% фосфора.

► **Рудничные и шахтные** воды часто имеют высокую минерализацию, кислую реакцию среды, и содержат большое количество рудных элементов, которые интенсивно концентрируются как в жидкой фазе, так и во взвешях. Поступление химических элементов в шахтные и рудные воды связано с усилением процессов выветривания и разложения рудных минералов, разрыхлением и перемещением больших масс горных пород. Существенным источником загрязнения водоемов является сток с породных и рудных отвалов, территорий горно-обогатительных комбинатов.

Задание:

► Перечислите отрасли народного хозяйства, которые являются основными потребителями пресной воды; а также отрасли, в наибольшей степени, загрязняющие поверхностные и подземные воды.

► Известно, что нефть и нефтепродукты в воде нерастворимы и, в сравнении с другими загрязнителями слаботоксичны. Почему же загрязнение вод нефтепродуктами считается одним из самых опасных?

► Ежегодно вследствие аварий на нефтепроводах и танкерах, промышленных и транспортных выбросов, мойки автомашин, судов, цистерн и трюмов танкеров в Мировой океан попадает 14 млн. т нефти. Один грамм нефти или нефтепродуктов способен образовать пленку на площади 10 м² водной поверхности. Рассчитайте общую площадь ежегодного загрязнения мировых водоемов, если предположить, что вся нефть останется на поверхности воды. Как Вы считаете, какие меры необходимо предпринять с целью уменьшения нефтяного загрязнения вод Мирового океана?

2. Общие требования к составу и свойствам воды

► Понятие качество воды включает в себя совокупность показателей состава и свойств воды, определяющих пригодность ее для конкретных видов водопользования и водопотребления. Качество питьевой воды регламентируется государственным стандартом **ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая»**, который распространяется на питьевую воду, подаваемую централизованными системами водоснабжения. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения определены **Санитарными правилами и Нормами СанПиН 2.1.4.544-96**. В соответствии с ними питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства.

По характеру водопользования и нормированию качества воды водоемы подразделяются на две категории: *1. хозяйственно-питьевого, 2. коммунально-бытового, 3. рыбохозяйственного, 4. лечебно-оздоровительного, 5. курортного назначения.*

Оценка качества воды производится по следующим параметрам: содержанию взвешенных и плавающих веществ, запаху, привкусу, окраске, температуре воды, значению рН, наличию кислорода и органического вещества, концентрации вредных и токсичных примесей и БПК₅ (табл. 1).

БПК - биохимическое потребление кислорода. Степень загрязнения воды органическими соединениями определяют как количество кислорода, необходимое для их окисления микроорганизмами в аэробных условиях. Полным биохимическим потреблением кислорода (БПК_{полн.}) считается количество кислорода, требуемое для окисления органических примесей до начала процессов нитрификации. В лабора-

торных условиях наряду с БПК_{полн.} определяется БПК₅ - биохимическая потребность в кислороде за 5 суток. В поверхностных водах величины БПК₅ изменяются в зависимости от степени загрязненности водоемов (табл. 2).

В водных объектах *культурно-бытового* назначения состав и свойства воды должны соответствовать нормам в створах, расположенных на расстоянии 1 км выше по течению водотоков и в радиусе 1 км от ближайшего пункта водопользования. В *рыбохозяйственных* водоемах показатели качества воды не должны превышать установленных нормативов в месте выпуска сточных вод при наличии течения, при его отсутствии — не далее чем 500 м от места выпуска.

Таблица 1. Общие требования к составу и свойствам воды

Состав и свойства воды	Категория водопользования	
	хозяйственно-питьевое водоснабжение	рыбохозяйственные цели
1. Взвешенные вещества	Содержание по сравнению с природным не должно увеличиваться при сбросе сточных вод более, чем на 0,25 мг/дм ³ 0,75 мг/дм ³ Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных минеральных веществ допускается увеличение их содержания до 5%	
2. Плавающие вещества	На поверхности воды не должно быть пленок и пятен масел, нефтепродуктов, жиров и других плавающих загрязнителей	
3. Запахи и привкусы	Вода не должна приобретать посторонних запахов, привкусов и сообщать их мясу рыб	
4. Окраска	Окраска не должна обнаруживаться в столбике 20 см	Вода не должна иметь посторонней окраски
5. Температура	Летом в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 30 °С по сравнению со средней температурой воды самого жаркого месяца (за последние 10 лет)	Не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водоема более чем на 50 °С
6. Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5 -8,5.	
7. Растворенный кислород	Не менее 4 мг/дм ³	Не менее 6 мг/дм ³
8. Биохимическое потребление кислорода (БПК)	Значения БПК при 20 °С не должно превышать 3,0 мг/дм ³ 6,0 мг/дм ³	
9. Ядовитые	Не должны содержаться в концентрациях,	

вещества	превышающих установленные нормативы ПДК
----------	---

Таблица 2. Величины БПК; в водоемах с различной степенью загрязнения

Степень загрязнения	БПК ₅
Очень чистые	0,5-1,0
Чистые	1,1-1,9
Умеренно чистые	2,0-2,9
Загрязненные	3,0-3,9
Грязные	4,0-10,0
Очень грязные	> 10,0

Таблица 3. Характеристика качества воды основных рек России (по итогам последних лет)

<i>Река</i>	<i>Качество воды</i>
<i>Восточный склон территории Российской Федерации</i>	
Амур	От условно чистой до грязной
Реки Камчатки	От условно чистой до слабо загрязненной
Реки Сахалина	От слабо загрязненной до чрезвычайно грязной
<i>Южный склон территории Российской Федерации</i>	
Урал	От умеренно загрязненной до загрязненной
Волга, в том числе притоки	Загрязненная
Ока	От умеренно загрязненной до грязной
Москва	От умеренно загрязненной до чрезвычайно грязной
Терек	От слабо загрязненной до очень грязной
Дон	От загрязненной до чрезвычайно грязной
Кубань	От умеренно загрязненной до грязной
Днепр	От слабо загрязненной до грязной
<i>Западный склон территории Российской Федерации</i>	
Нева	От умеренно загрязненной до загрязненной
<i>Северный склон территории Российской Федерации</i>	
Северная Двина	От весьма загрязненной до грязной
Печора	От весьма загрязненной до грязной
Реки Кольского полуострова	От загрязненной до чрезвычайно грязной
Обь	От слабо загрязненной до чрезвычайно грязной

Енисей	Загрязненная
Лена	От условно чистой до грязной

3. Критерии оценки загрязненности поверхностных вод

► **ПДК в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования** - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

► **ПДК в воде водоема рыбохозяйственного назначения** - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых.

Вредные и ядовитые вещества, в зависимости от их состава и характера действия, нормируются по **лимитирующему** показателю вредности (ЛПВ), под которым понимают наибольшее отрицательное влияние, оказываемое данными веществами. При оценке качества воды в водоемах питьевого и культурно-бытового назначения используют три вида ЛПВ: *санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический*; в рыбохозяйственных водоемах к указанным трем добавляются еще *токсикологический и рыбохозяйственный* ЛПВ.

Вода считается **чистой**, если её состав и свойства ни по одному из показателей не выходят за пределы установленных нормативов, а содержание вредных веществ не превышает предельно допустимых значений (ПДК).

Представленные выше оценки качества воды основаны на сопоставлении фактических значений отдельных показателей с нормативными и относятся к единичным. В связи со сложностью и разнообразием химического состава природных вод, а также возрастающим количеством загрязняющих веществ такие оценки не дают четкого представления о суммарном загрязнении водных объектов и не позволяют однозначно выражать степень качества воды с различным характером загрязнения.

► **При наличии в воде нескольких веществ с одинаковым ЛПВ, сумма отношений их концентраций к соответствующим ПДК не должна превышать или должна быть равна единице:**

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$$

C_i - концентрация i -го вещества;

ПДК_i - предельно допустимая концентрация *i*-го вещества;
n - число веществ с одинаковым ЛПВ.

В настоящее время для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения установлены ПДК для 1345 вредных веществ, некоторые из них приведены в таблице 4.

Таблица 4. ПДК некоторых вредных веществ, загрязняющих поверхностные водные объекты

Ингредиенты и показатели	Предельно допустимая концентрация, мг/л	Лимитирующий показатель вредности
1. Аммоний солевой (NH ₄ ⁺)	0,500	Токсикологический
2. Нитрат-ион (NO ₃ ⁻)	40,000	Санитарно-токсикологический
3. Нитрит-ион (NO ₂ ⁻)	0,080	Токсикологический
4. Нефть и нефтепродукты	0,050	Рыбохозяйственный
5. Фенолы	0,001	<<
6. СПАВ анионактивные	0,100	Токсикологический
7. Железо (Fe ³⁺)	0,500	Органолептический и
8. Медь (Cu ²⁺)	0,001	Токсикологический
9. Цинк (Zn ²⁺)	0,010	<<
10. Хром(Cr ³⁺)	0,500	Органолептический
11. Хром (Cr ⁶⁺)	0,001	Санитарно-токсикологический
12. Никель (Ni ²⁺)	0,010	Токсикологический
13. Кобальт (Co ²⁺)	0,010	<<
14. Свинец (Pb ²⁺)	0,030	Санитарно-токсикологический
15. Мышьяк (As ³⁺)	0,055	Токсикологический
16. Ртуть (Hg ²⁺)	0,0005	Санитарно-токсикологический
17. Кадмий (Cd ²⁺)	0,005	Токсикологический

► Методы комплексной оценки загрязненности поверхностных вод принципиально разделяются на две группы: *К первой* относятся методы, позволяющие оценивать качество воды по совокупности *гидрохимических, гидрофизических, гидробиологических, микробиологических* показателей (табл. 5).

Таблица 5. Эколого-санитарная классификация качества поверхностных вод

Показатели	Классы качества воды				
	предельно чистая	чистая	удовлетв. чистая	загрязненная	грязная
	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс	5 класс
1. Гидрофизические: - взвешенные вещества, мг/л - прозрачность, м (по диску Секки)	<5 >3	5-14 3,0-0,55	15-30 0,50-0,35	31-100 0,30-0,15	> 100 <0,15
2. Гидрохимические: -NH ₄ ⁺ , мгN/л -NO ₂ ⁻ , мгN/л -NO ₃ ⁻ , мгN/л -PO ₄ ⁻ , мгP/л -O ₂ , % насыщения -БПК ₅ , мг O ₂ /л	<0,05 < 0,007 <0,05 <0,05 100 <0,4	0,05-0,20 0,007- 0,025 0,05-0,50 0,005- 0,03 81- 100 0,4-1,2	0,21-0,50 0,026- 0,08 0,51- 1,50 0,031- 0,10 61- 80 1,3-2,1	0,51-2,5 0,081-0,15 1,51-2,50 0,11-0,30 31-61 2,2- 7,0	>2,5 >0,15 >2,5 >0,30 <30 >7,0
3. Гидробиологические: -биомасса фитопланктона, мг/л -фитомасса нитчатых водорослей, кг/м ³ -валовая продукция фитопланктона, г O ₂ /м ³ сут	<0,1 <0,1 < 1.5	0,1-1,0 0,1-0,5 1,5-4,5	1,1-5,0 0,6-1,0 4,6-7,5	5,1-50,0 1,1-2,5 7,6-10,5	>50,0 >2,5 > 10,5
4. Бактериологические: -численность бактерий планктона, млн. кл/мл -численность гетеротрофных бактерий, тыс. кл/мл -численность бактерий группы кишечной палочки, тыс. кл/мл	<0,3 <0,1 < 0.003	0,3-1,5 0,1-1,0 0,003-2,0	1,6-5,0 1,1-5,0 2,1-10,0	5,1-11,0 5,1-10,0 11,0-100	> 11,0 > 10,0 > 100

Вода по качеству разделяется на классы с различной степенью загрязнения. Однако одно и то же состояние воды по разным показате-

лям может быть отнесено к различным классам качества, что является недостатком данных методов. Вторую группу составляют методы, основанные на использовании обобщенных числовых характеристик качества воды, определяемых по ряду основных показателей и видам водопользования. Такими характеристиками являются индексы качества воды, коэффициенты ее загрязненности.

► В гидрохимической практике используется метод оценки качества воды, который позволяет производить однозначную оценку качества воды, основанную на сочетании уровня загрязнения воды по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения.

Суть метода заключается в следующем. Для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышения ПДК - K_i и повторяемости случаев превышения - N_i ; а также общий оценочный балл - B_i :

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i}; \dots N_i = \frac{N * ПДК_i}{N_i}; \dots B_i = K_i * N_i, \dots \text{где}$$

C_i - концентрация в воде i -го ингредиента;

$ПДК_i$ - предельно допустимая концентрация i -го ингредиента;

$НПДК_i$ - число случаев превышения ПДК;

N_i - общее число анализов.

Ингредиенты, для которых величина общего оценочного балла больше или равна 1 ($B_i > 1$), выделяются как лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ). Комбинаторный индекс загрязненности ($\sum B_i$) рассчитывается как сумма общих оценочных баллов всех учитываемых ингредиентов: $\sum B_i = B_1 + B_2 + \dots + B_n$. По величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается класс загрязненности воды (табл. 6).

Задание:

► Дайте эколого-санитарную оценку качества озерной воды, если ее прозрачность - 0,50 см (по диску Секки), содержание взвешенных веществ - 50 мг/л, масса нитчатых водорослей - 2 кг/м³. Предложите систему водоохраных мер, направленных на улучшение качества воды.

Таблица 6. Классификация загрязненности воды по величине комбинаторного индекса

Величина комбинаторного индекса загрязненности воды	Класс загрязненности воды				
	1	2	3	4	5
	условно чистая	слабо загрязненная	загрязненная	грязная	очень грязная
При отсутствии ЛПЗ	< 1	1,0-2,0	2,1-4,0	4,1-10,0	>10
При 1 ЛПЗ	<0,9	0,9-1,8	1,9-3,6	3,7-9,0	>9,0
При 2 ЛПЗ	<0,8	0,8-1,6	1,7-3,2	3,3-8,0	>8,0
При 3 ЛПЗ	<0,7	0,7-1,4	1,5-2,8	2,9-7,0	>7,0
При 4 ЛПЗ	<0,6	0,6-1,2	1,3-2,4	2,5-6,0	>6,0
При 5 ЛПЗ	<0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5,0

► В результате проведения мониторинга водного объекта (хозяйственно-питьевого назначения) из 5 анализируемых проб воды были выявлены отклонения от ПДК по ряду показателей:

1. Взвешенные вещества - увеличение природного содержания на $0,35 \text{ мг/дм}^3$ в 3 пробах;

2. Кислотность - pH 5,5 в 2 пробах воды;

3. Растворенный кислород- $1,5 \text{ мг/дм}^3$ в 4 пробах;

4. Соли NH_4^+ - более $0,85 \text{ мг N/л}$ в 2 пробах;

5. NO_3^- - 56 мг N/л в 5 пробах;

6. NO_2^- - $1,2 \text{ мг N/л}$ в 2 пробах;

7. Нефтепродукты - $0,2 \text{ мг/л}$ в 4 пробах воды.

Дайте экологическую оценку состояния водного объекта и пригодность его для водопользования?

Контрольные вопросы

1. Понятие качества воды, общие требования к составу и свойствам воды в зависимости от категорий водопользования.

2. Лимитирующие показатели вредности, их виды.

3. Эколого-санитарная классификация качества поверхностных вод: - по гидрофизическим показателям;

- по гидрохимическим показателям;
 - по гидробиологическим показателям;
 - по бактериологическим показателям.
4. Оценка качества воды по величине комбинаторного индекса (Vi).

ЗАНЯТИЕ 10. ОХРАНА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВ

- 1. Понятие педосферы и источники загрязнения почв.**
- 2. Оценка качества почв.**

1. Понятие педосферы и источники загрязнения почв

► **Почва** (согласно ГОСТ 27593-88) - самостоятельное органико-минеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия.

Почва - это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени. По В. И. Вернадскому, почва является биокосным телом природы, занимая промежуточное положение между живыми (биологическими) организмами и косными телами (горные породы, минералы).

Почвенный покров Земли образует педосферу - одну из составных частей биосферы.

► Педосфера выполняет **глобальные функции**:

- *обеспечивает существование жизни* на Земле (растения из почвы получают элементы минерального питания и воду, в почвах существует огромное количество живых организмов и пр.),

- *регулирует взаимодействие* большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности. При этом в почвах аккумулируются элементы питания, которые через трофические цепи возвращаются в почвы (малый биологический круговорот). Одновременно из почвы элементы частично выносятся атмосферными осадками в Мировой океан, где аккумулируются в осадочных горных породах, которые в продолжение геологической истории могут выйти на поверхность - это большой геологический круговорот веществ,

- *поддерживает химический состав* атмосферы и гидросферы (почвенное «дыхание» совместно с фотосинтезом и дыханием животных определяют состав приземного слоя атмосферы; через круговорот воды почва влияет на состав веществ, поступающих в гидросферу),

- *аккумулирует активное органическое вещество* и регулирует биосферные процессы в результате воспроизводства почвенного плодородия, обеспечивая плотность жизни на Земле.

Кроме этого, почва - неотъемлемая подсистема всех наземных экосистем и основное средство сельскохозяйственного производства.

► **Загрязнение почв** - это привнесение в почву новых (не характерных ранее для нее) физических, химических или биологических агентов или превышение их концентраций естественного среднеголетнего уровня в рассматриваемый период времени.

Техногенная интенсификация производства способствовала загрязнению и дегумификации почв, ее уплотнению, нарушению, вторичному засолению, осолонцеванию, эрозии и другим негативным последствиям.

В связи с тем, что **почва - это основа биологического круговорота**, она становится источником миграции загрязняющих веществ в смежные сферы - атмосферу и гидросферу, а также в продукты питания (через растения). Охране от загрязнения подлежат почвы сельскохозяйственных и лесных угодий - пашни, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения (ГОСТ 17.4.3.04-85). Степень загрязнения почв оценивают предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

При сельскохозяйственном производстве происходит загрязнение почв **агрохимикатами, пестицидами, отходами животноводства, патогенной микрофлорой** и т. п. В связи с низкой растворимостью почвенных соединений фосфора происходит **зафосфачивание** почв (повышенное содержание фосфора). При поливах с.-х. угодий сточными водами в почву попадают яйца и личинки **гельминтов, цисты простейших, патогенные микроорганизмы, канцерогенные вещества**.

Техногенное подкисление почв вызвано выпадением кислотных осадков ($\text{pH} < 5,6$), образованных при растворении в атмосферной влаге промышленных выбросов (HCl , NO_3 , SO_2). В нашей стране общая площадь закисления от дождей и снега достигла 46 млн. га.

В промышленных регионах страны с осадками в почвы поступает 25-30 кг/га серы (в форме диоксида), а в относительно чистых регионах - 3-6 кг/га.

В результате неполного сгорания угля и нефти почвы загрязняются **бенз(а)пиреном**, который передвигается по трофическим цепям (он вызывает раковые заболевания).

Загрязнение почв **тяжелыми металлами** происходит при сжигании ископаемого топлива (уголь, нефть, горючие сланцы), результате применения удобрений и пестицидов. Особенно опасно загрязнение почв свинцом и кадмием. Основным источником поступления свинца - выхлопные газы автомобилей (ежегодно в почвы поступает 250 тыс. т свинца).

Источниками загрязнения почв служат свалки отходов, которые занимают сотни тысяч гектаров ценных земель. Неусовершенствованные свалки опоясывают города, и разлагающийся мусор загрязняет почвы. Индустриальные методы обезвреживания (мусороперерабатывающие заводы, полигоны складирования ТБО) находятся на стадии начального развития и не могут улучшить санитарную ситуацию.

Радиоактивное загрязнение почв вызывают атомные электростанции, урановые и обогатительные шахты, хранилища радиоактивных отходов, испытания ядерного оружия и другие источники радиоактивных загрязнений. Большая часть радионуклидов в течение продолжительного времени остается в почве (скорость их радиоактивного распада составляет десятки и сотни лет). На легких почвах радиоактивные вещества за 10-15 лет могут проникать на глубину 40-50 см и достигать уровня грунтовых вод (происходит их горизонтальный перенос). В тяжелых почвах радиоактивные вещества фиксируются более прочно почвенным поглощающим комплексом, и продукты растениеводства бывают в меньшей степени загрязнены.

► **Нарушенными** считают почвы, утратившие свое плодородие и ценность в связи с хозяйственной деятельностью человека. Почвы нарушаются в результате образования карьерных выемок, выработок торфа, траншей и трасс трубопроводов, деформирования поверхности шахтных полей (провалы, оседания), возникновения отвалов и терриконов, площадок буровых скважин, промплощадок и транспортных коммуникаций ликвидированных предприятий, загрязненных земель на нефтяных месторождениях и др.

Отработанными называют нарушенные земли, надобность в которых у предприятий отпала в связи с завершением разработок месторождений полезных ископаемых, геологоразведочных, строительных и других работ, связанных с нарушением почвенного покрова.

► **Рекультивация** - это искусственное восстановление почв после их нарушения, когда они приводятся в состояние, пригодное для использования в сельском хозяйстве (иногда в водном).

Техническая рекультивация - это планировка, формирование откосов, передвижение и трансплантация плодородных пород и почв на рекультивированную площадь, строительство мелиоративных сооружений и дорог.

Биологическая рекультивация включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление обитания животных и растений и восстановление хозяйственной продуктивности земель.

Таблица 1. Характеристика типа качества сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации (2001)

Вид деградированных земель	Сельскохозяйственные угодья		В том числе пашня	
	млн. га	% от общей площади	млн. га	% от общей площади
Засоленные	16,3	8,9	4,5	3,7
Солонцеватые	22,9	12,5	9,9	8,2
Кислые	51,5	28,1	41,6	34,4
Переувлажненные	16,1	8,8	6,8	5,6
Заболоченные	9,6	5,2	2,2	1,8
Засоренные камнями	12,2	6,6	3,9	3,2
Загрязненные тяжелыми металлами	1,4		-	-
Ветровая и водная эрозия	51,1	27,9	35,1	29,0

2. Оценка качества почв

Уровень загрязнения почвы определяется в соответствии с «Методическими указаниями по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами», утвержденными Минздравом СССР.

Степень опасности загрязнения почв химическими веществами определяется уровнем его возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (воду, воздух), пищевые продукты и опосредованно - на человека.

Основным критерием уровня загрязнения почвы является предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в пахот-

ном горизонте почвы, которая не должна вызывать прямого или косвенного влияния на соприкасающиеся среды и здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы.

► В зависимости от пути миграции загрязняющих веществ в сопредельные среды для почв установлено четыре **показателя вредности** и соответствующие им ПДК:

1 - **транслокационный** показатель отражает переход химических веществ из почвы в растения и возможность накопления токсиантов в выращиваемых продуктах питания и кормах;

2 - **миграционный водный** показатель характеризует поступление химических веществ из почв в фунтовые воды и водоисточники;

3 - **миграционный воздушный** показатель учитывает переход химических веществ из почвы в атмосферу;

4 - **общесанитарный** показатель характеризует влияние химических веществ на самоочищающую способность почвы и микробиоценозы.

► **Опасность загрязнения почвы будет выше, чем больше фактическое содержание вредных веществ в почве превышает ПДК, чем выше класс опасности вредных веществ и чем ниже буферные свойства почв.**

Оценка загрязненности почв производится отдельно для территорий, где выращиваются *сельскохозяйственные растения* и для *населенных пунктов*.

► **Основным параметром степени загрязненности почв сельскохозяйственных угодий является *транслокационный показатель вредности*.** Для определения степени загрязнения почв сравниваются фактические содержания в них элементов с ПДК и соответствующими показателями вредности (табл. 2).

Затем по схеме оценки почв (табл. 3) устанавливается категория загрязнения и возможность их сельскохозяйственного использования.

Например, по результатам анализов почв вокруг источника выбросов выделена зона загрязнения радиусом 3 км, в которой содержание свинца и мышьяка превышает ПДК и транслокационный показатель вредности в 1,2-3,3 раза. Здесь же, на уровне ПДК и выше, концентрируются Cu, Ni, Zn, Cr. Согласно предлагаемой схеме оценки загрязнения почвы в этой зоне относится к *высоко опасной категории*. Данные земли могут быть использованы в основном под возделывание

технических культур. Выращивание сельскохозяйственной продукции ограничено, так как исключаются растения-концентраторы (способные накапливать определенные элементы).

Таблица 2. ПДК химических веществ в почве и допустимые уровни по показателям вредности

Вещество	ПДК почвы с учетом фона (кларк), мг/кг	Показатели вредности			
		транслокационный	миграционный		общесанитарный
			водный	воздушный	
Подвижная форма					
1. Медь	3,0	3,5	72,0	-	3,0
2. Никель	4,0	6,7	14,0	-	4,0
3. Цинк	23,0	23,0	200,0		37,0
4. Кобальт	5,0	25,0	>1000	-	5,0
Валовое содержание					
5. Сурьма	4,5	4,5	4,5	-	50,0
6. Марганец	1500,0	3500,0	1500,0	-	1500,0
7. Свинец	30,0	35,0	200,0	-	30,0
8. Мышьяк	2,0	2,0	15,0		10,0
9. Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
10. Хлористый калий	560,0	1000,0	560,0	1000,0	5000,0
11. Нитраты	130,0	180,0	130,0	-	225,0

Таблица 3. Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования

Категория загрязненности	Характеристика загрязнения	Возможное использование территории	Предлагаемые охранные мероприятия
1. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почвы. Мероприятия по снижению доступа токсикантов в растения (известкование, внесение органики и тд.)
2. Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и воздушном показателях, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю.	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений.	Мероприятия, аналогичные категории 1. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или воздушным показателями - производить контроль за содержанием этих веществ в рабочей зоне и в воде местных водоисточников.

3. Высоко опасная	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК при лимитирующем транслокационном показателе.	Использование под технические культуры. Использование под с.-х. культуры ограничено (расчтения – концентраты исключаются).	Мероприятия, аналогичные категории 1. Проводится обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях - продуктах питания и кормах.
4. Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК по всем показателям вредности	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного применения. Посадка лесозащитных полос.	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в рабочей зоне и в воде местных водисточников.

► Оценка уровня химического загрязнения почв населенных пунктов проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются коэффициент концентрации химического элемента K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c .

Коэффициент концентрации определяется как отношение реального содержания элемента в почве (C) к фоновому (C_f):

$$K_c = C/C_f$$

Поскольку часто почвы загрязнены несколькими элементами, то для них рассчитывают суммарный показатель загрязнения, отражающий эффект воздействия группы элементов:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1), \dots \text{где}$$

n - число учитываемых загрязняющих элементов (должно быть не менее 6).

Суммарный показатель загрязнения может быть определен как для всех элементов в одной пробе, так и для участка территории по геохимической выборке. Оценка опасности загрязнения почв по показателю Z_c проводится по оценочной шкале (табл. 4), градации которой разработаны на основе изучения состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

2. Оценка качества почв, классификация показателей вредности по ПДК.

3. Категории загрязненности почв сельскохозяйственного использования.

4. Определение уровня загрязненности почв населенных пунктов по показателю (Z_c).

ЗАНЯТИЕ 11. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

1. Экономический ущерб от загрязнения природной среды и проблемы эколого-экономического обоснования принятия хозяйственных решений.

2. Общая схема финансового регулирования природоохранной деятельности.

3. Определение платежей за загрязнение окружающей природной среды.

1. Экономический ущерб от загрязнения природной среды и проблемы эколого-экономического обоснования принятия хозяйственных решений.

С внедрением в производство научно-технических достижений растет использование нетрадиционных природных материалов, особенно редких, появляются новые отрасли промышленности, натуральный продукт заменяется синтетическим, увеличиваются отходы и вредные выбросы производства. Это вызывает дополнительные затраты общественного труда на соответствующие экологически чистые технологии как в промышленном производстве, так и в коммунально-бытовой сфере, которые позволяют предотвратить нарушение динамического равновесия в природе.

• **Под экономическим ущербом** понимаются исчисляемые в стоимостном выражении потери природных ресурсов, дополнительные

затраты труда, вызванные нарушением условий освоения этих ресурсов и снижением их естественного качества. Социальный ущерб выражается в снижении качества жизни в связи с загрязнением таких элементов природы, как вода, воздух, почва, и, следовательно, в ухудшении состояния здоровья людей.

• **Социально-экономический ущерб** связан с превышением объективно существующих норм загрязнения, при котором самоочищение, самовосстановление природной среды невозможно. Возникает необходимость проведения мероприятий по восстановлению природы, что требует, помимо компенсации нанесенного ущерба, дополнительных материальных и трудовых затрат.

Таким образом, необходимо не только установить основные виды ущерба от потерь природных ресурсов и нарушений условий их освоения, но и определить величину затрат, направленных на предотвращение или снижение ущерба.

В настоящее время насущным является переход от *экономического обоснования* принятия хозяйственных решений к *эколого-экономическому*. В противном случае в ближайшем будущем вполне возможна ситуация, когда придется решать задачи по достижению экологических целей при экономических ограничениях.

Несмотря на существование методик экономической оценки, почти всех важнейших видов природных ресурсов, заметных успехов в повышении эффективности природопользования не наблюдается.

Причины безуспешности использования показателей экономической оценки природных ресурсов заключаются в следующем:

Во-первых, существующая система стимулирования рационального использования природных ресурсов, основанная на платности природных ресурсов, является недейственной потому, что плата устанавливается за реализованную продукцию, а не за запасы и размеры этой платы чисто символические, т. к. не обоснованы расчеты экономической оценки природных ресурсов. Причины необоснованности - отсутствие статистики в области природопользования, несовершенство методик определения экономических оценок природных ресурсов, не учитывающих в полной мере особенности различных видов этих ресурсов.

Во-вторых, экономические оценки, используемые в качестве основы платежей за природные ресурсы, чаще всего не зависят от уровня воздействия на окружающую среду самого факта и степени освоения того или иного ресурса. Отсюда следует, что показатели экономической оценки природных ресурсов не могут использоваться для

оценки эффективности освоения этих ресурсов, если они будут определены без учета экологических факторов.

• **Существует ряд направлений предотвращения загрязнения окружающей среды:**

1. Самым распространенным является **строительство очистных сооружений** по улавливанию отходящих газов и сточных вод. На первый взгляд это направление кажется наиболее эффективным. Однако функционирование любого очистного сооружения требует привлечения дополнительных материальных сырьевых и энергетических ресурсов, производство которых, в свою очередь, приводит к загрязнению окружающей среды в других регионах. Поэтому обоснование целесообразности строительства того или иного очистного сооружения должно осуществляться не на основе *сопоставления величин затрат и предотвращенного ущерба*, а как межотраслевая проблема. Кроме того, уровень затрат на очистные сооружения зависит от степени предполагаемой очистки, а именно, резко возрастает при повышении степени очистки. Строительство очистных сооружений на отдельном источнике загрязнения хоть и важно в экологическом отношении, но не выгодно экономически.

2. Другое направление предотвращения ущерба от загрязнения окружающей среды - **радикальное совершенствование технологий**, которое предусматривает суммарное снижение материало-, энерго- и природоемкости общественного производства. При принятии решений сравниваются затраты на природоохранные мероприятия с объемом предотвращенного ущерба: если его величина выше затрат, то проведение природоохранных мероприятий считается эффективным; в противном случае мероприятия отвергаются.

Следует отметить, что проведение природоохранных мероприятий не только предотвращает загрязнение окружающей среды и, тем самым, предотвращает ущерб, но и сокращает потери продукции предприятий и способствует производству дополнительной продукции (необязательно профильной) за счет утилизации загрязнителей. В данном случае упрощенная формула эффективности проведения мероприятий по охране окружающей среды выглядит следующим образом:

$$\mathcal{E} = U + B - C, \text{ где}$$

\mathcal{E} - эффективность проводимых мероприятий;

U - величина предотвращенного ущерба;

B - объем выпуска дополнительной продукции;

С - затраты на проведение этих мероприятий.

• Традиционно используемое понятие экономической эффективности хозяйственных решений, основанное на критерии приведенных затрат, в настоящее время трансформировалось в понятие эколого-экономической эффективности, что вполне согласуется с понятием народнохозяйственной эффективности общественного производства. Если критерий эффективности общественного производства определяется отношением суммарного эффекта к затратам живого и овеществленного труда, то **критерий эколого-экономической эффективности должен определяться отношением интегрального эколого-экономического эффекта к затратам живого и овеществленного труда и природы**. В целом принятие хозяйственного решения должно обеспечить такой эффект, который покрывал бы все дополнительные затраты, связанные с ликвидацией негативных экологических последствий, вызванных этим решением, а также затраты, связанные с производственным процессом.

• **Основные направления экономических мер по выходу из экологического кризиса:**

1) сделать невыгодным для хозяйственных субъектов загрязнение окружающей среды и заинтересовать их в максимальном использовании внутренних резервов для решения экологических задач;

2) сконцентрировать ресурсы на приоритетных направлениях, способных обеспечить существенное улучшение экологической обстановки при ограниченных затратах;

3) создать благоприятный экономический климат для развития малого и среднего бизнеса экологической ориентации.

2. Общая схема финансового регулирования природоохранной деятельности

• Экологическая ориентация экономических интересов хозяйственных субъектов должна обеспечиваться уже на стадии мобилизации финансовых ресурсов путем последовательного применения **принципа платности использования природных ресурсов**, закрепленного в ст. 16 Закона РФ «Об охране окружающей среды» 2002 года.

Законом закреплены следующие виды платы:

а) за использование природных ресурсов (за землю, недра, воду, леса и иную растительность, животный мир, рекреационные и другие природные ресурсы);

б) за загрязнение окружающей среды;

в) за нарушение природоохранного законодательства в порядке компенсации причиненного ущерба.

► Практически требования платности использования природных ресурсов реализуются в настоящее время с помощью ряда областных и местных налогов и платежей, а также с помощью платежей за загрязнение окружающей среды. Налоговый механизм регулирования природопользования включает плату за воду, забираемую предприятиями из водохозяйственных систем, земельный налог, курортный сбор и сбор за уборку территории, а также целевые сборы, вводимые по решению местных властей в соответствии со ст. 21 Закона РФ «Об основах налоговой системы в Российской Федерации».

► Значительная роль в мобилизации средств на природоохранную деятельность и обеспечение заинтересованности предприятий в снижении промышленных выбросов и сбросов отводится платежам за загрязнение окружающей среды. Согласно действующему законодательству *плата за нормативные и сверхнормативные выбросы, сбросы вредных веществ, размещение отходов перечисляется в беспорядном порядке на счет внебюджетных государственных экологических фондов* из средств предприятия, учреждения, организации.

В случае нарушения природоохранного законодательства виновные могут быть подвергнуты штрафу в административном порядке с целью полного возмещения причиненного вреда окружающей среде, здоровью и имуществу граждан. Однако сумма штрафов и исков при крупных аварийных выбросах может оказаться настолько велика, что ее не сможет выплатить даже крупное предприятие.

- Чтобы не допустить неизбежного «списания» претензий в таких случаях, следует широко использовать экологическое страхование, предусмотренное ст. 18 Закона «Об охране окружающей среды». Экологическое страхование относится к страхованию ответственности, предусмотренному ст. 4 Закона РФ «О страховании». Его объектом являются имущественные интересы, связанные с возмещением страхователем причиненного им вреда физическим или юридическим лицам в связи с загрязнением земельных угодий, водной среды или воздушного бассейна.

- Под страховым событием (случаем) при этом понимается незапланированное, непреднамеренное нанесение ущерба окружающей среде в результате аварий, приведших к неожиданному выбросу загрязняющих веществ в атмосферу, к загрязнению почвы или водных ресурсов.

Надлежаще организованное экологическое страхование создает постоянно действующий стимул к повышению экологической безопасности производства и расширяет общественную подготовку природо-

охранной политики. По действующим предприятиям, имеющим опасные производства и уклоняющимся от заключения договоров экологического страхования, необходимо в полной мере использовать полномочия местных органов власти по приостановке деятельности таких производств.

3. Определение платежей за загрязнение окружающей природной среды

Платность природопользования была введена в соответствии с Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды» в 1992 году на основании Постановления Правительства РФ № 632 (1992), которое утвердило «Порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие вредные воздействия».

В настоящее время взимание платежей за загрязнение окружающей природной среды осуществляется в соответствии с постановлением правительства РФ № 344 от 12 июня 2003 года «О нормативах платы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления».

Порядок взимания платы распространяется на предприятия, учреждения, организации, иностранных юридических и физических лиц, осуществляющих любые виды деятельности на территории РФ.

Экологические платежи - представляют собой систему платы за выбросы и сбросы вредных веществ, размещение отходов и другие виды вредного воздействия на окружающую природную среду; взимаются в соответствии с природоохранным законодательством; основаны на принципе «загрязнитель платит»; относятся к неналоговым доходам бюджета.

Указанная система сформировалась для выполнения двух важнейших функций:

- для стимулирования предприятий сокращать уровни негативного воздействия;
- для аккумулирования денежных средств, предназначенных на ликвидацию негативных экологических последствий производства.
- В экономическом отношении платежи за загрязнение окружающей природной среды представляют собой особый вид налогообложения, при котором облагаемой величиной является масса загрязнений, попадающая в окружающую среду, независимо от других резуль-

татов хозяйственной деятельности предприятия.

Внося платежи за загрязнение окружающей природной среды, предприятие участвует в финансировании природоохранной деятельности на данной территории, но отнюдь не получает амнистию по возможным искам организаций и граждан за причиненный ущерб. Согласно ст. 16 Закона «Об охране окружающей среды» (2002 г.) внесение платежей за загрязнение не освобождает от возмещения причиненного вреда.

Предусматривается взимание платы за следующие виды вредного воздействия на окружающую природную среду:

— выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников;

— сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты;

— размещение отходов;

— другие виды вредного воздействия (шум, вибрация, электромагнитные и радиационные воздействия и т. п.); **Установлены два вида базовых нормативов платы:**

а) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов и другие виды вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;

б) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).

Плата за загрязнение окружающей среды по выбросам или сбросам, не превышающим установленных предельных нормативов или согласованных лимитов, начисляется, исходя из ставок платежей, основанных на соответствующих базовых нормативах.

Плата за сверхлимитное загрязнение определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов или сбросов над согласованным лимитом и на пятикратный коэффициент.

В случае отсутствия у природопользователя оформленного в надлежащем порядке разрешения на выброс, сброс загрязняющих веществ и размещение отходов вся масса загрязнений засчитывается как сверхлимитная.

Определение платы (П) за загрязнение осуществляется по следующей формуле:

$$P = C_{ni}M_{ni} + C_{li}(M_{li} - M_{ni}) + 5 C_{li}(M_{fi} - M_{li}), \text{ где}$$

C_{ni} , C_{li} - дифференцированные ставки платы за выбросы, сбросы (размещение) i -го загрязняющего вещества (отхода) соответственно в пределах установленных норматива и лимита, руб/т;

M_{ni} , M_{li} , M_{fi} - массы выброса, сброса (размещения) i -го загрязняющего вещества (отхода) соответственно в пределах установленных норматива (ПДС, ПДВ) и лимита (ВСВ, ВСС), фактические, т.

Все *три компонента* формулы рассчитываются, если фактические массы выбросов и сбросов загрязняющих веществ превышают их значения в пределах установленных лимитов. Плата рассчитывается *по двум компонентам* формулы, если фактические массы выбросов и сбросов загрязняющих веществ находятся в пределах нормативных и ниже (равны) лимитных значений. Расчет ведется *по одной компоненте* формулы, если фактические массы выбросов и сбросов загрязняющих веществ ниже (равны) их значениям в пределах установленных нормативов.

► **Платежи за предельно допустимые выбросы и сбросы, размещение отходов, уровня других вредных воздействий относятся на себестоимость** производства продукции (работ, услуг). **Платежи за их превышение** - производятся **за счет прибыли**, остающейся в распоряжении природопользователей. Если указанные платежи, определенные расчетом в соответствии с указанным порядком, равны или превышают размер прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя, то комитетами охраны природы, органами санитарно-эпидемиологического надзора и соответствующими органами исполнительной власти рассматривается вопрос о приостановке или прекращении деятельности данного предприятия, учреждения или организации.

• **Экологические платежи распределяются следующим образом:**

• 19% - в доход Федерального бюджета, в том числе: 9%- на целевой экологический счет Федерального казначейства РФ;

• 81% - в доходы бюджетов субъектов РФ на целевые экологические счета территориальных органов Федерального казначейства РФ в субъектах РФ.

• **Экологические платежи используются:**

• 10% - на содержание подведомственных МПР России территориальных органов исполнительной власти в области охраны окружающей природной среды субъектов РФ;

- 9% - на кредитование и субсидирование организаций для осуществления ими природоохранных мероприятий и создания природоохранных объектов федерального значения;

- 81% - на кредитование и субсидирование организаций для осуществления ими природоохранных мероприятий и создания природоохранных объектов регионального и местного значения в субъектах РФ.

- **Базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ** рассчитывались с учетом токсичных свойств каждого конкретного вещества через показатель его относительной опасности, являющийся величиной, обратной предельно допустимой концентрации вещества в элементе окружающей среды. В настоящее время имеются базовые нормативы платы за единицу массы (руб./т) по 210 наиболее распространенным веществам, загрязняющим атмосферный воздух, и 142 ингредиентам, сбрасываемым в водные объекты.

Базовые нормативы платы установлены для выбросов, сбросов загрязняющих веществ на двух уровнях: в границах предельно допустимых нормативов и временно согласованных нормативов (лимитов). **Соотношение между указанными уровнями составляет 1:5.** По видам загрязняющих вредных веществ величины базовых нормативов платы колеблются в широком диапазоне.

Так, базовые нормативы платы за выброс (сброс) загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов составляют:

- ♦ от 0,2 до 2 049 801 руб. за 1 т выброса в атмосферный воздух соответственно метилена хлористого и бенз(а)пирена;

- ♦ от 1,2 до 2 754 809 120 руб. за 1 т сброс в подземные и поверхностные водные объекты соответственно кальция (Ca^{2+}) и фенитриона.

Для передвижных источников загрязнения дополнительно применяется еще два вида базовых нормативов платы:

- ♦ в зависимости от вида сжигаемого топлива (дизельное, бензин, сжиженный газ, керосин) и его состава (марки);

- ♦ в зависимости от вида передвижного источника загрязнения (автомобили, тепловозы) и сжигаемого топлива.

- ♦ **за размещение отходов установлен один уровень базового норматива платы** (в пределах лимита, руб./т).

Базовые нормативы платы за загрязнение, установленные на федеральном уровне, не учитывают региональные особенности, связанные с неодинаковыми экологическими и экономическими условиями. Эти особенности учитываются коэффициентами экологической ситуации и значимости состояния атмосферного воздуха и почвы тер-

риторий экономических районов РФ, водных объектов по бассейнам (участкам) основных рек. Указанные нормативы составляют:

- ♦ для атмосферного воздуха от 1,0 до 2,0 соответственно в Дальневосточном и Уральском экономических районах (Центральный - 1,9);

- ♦ для почвы от 1,0 до 2,0 соответственно в Дальневосточном и Центрально-Черноземном экономических районах (Центральный - 1,6);

- ♦ для водных объектов от 1,0-1,43 до 1,15-2,9 соответственно по бассейнам рек Лены и Кубани (Брянская область - 1,3).

Коэффициенты экологической ситуации и значимости применяются к базовым нормативам платы для установления ее дифференцированных ставок, которые используются при расчетах платы за загрязнение для конкретного природопользователя.

Кроме того, базовые нормативы платы за загрязнение (дифференцированные ставки) ежегодно корректируются с помощью коэффициента индексации.

Таблица 1. Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными источниками

Наименование загрязняющих веществ	Нормативы платы за выброс в атмосферный воздух 1 тонны загрязняющих веществ, руб.	
	в пределах установленных допустимых нормативов выбросов	в пределах установленных лимитов выбросов
1. Азота оксид	35	175
2. Аммиак	52	260
3. Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	2049801	10249005
4. Кислота азотная	13,7	68,5
5. Метан	0,05	0,2
6. Нитробензол	257	1285
7. Пыль цементных производств	103	515
8. Сажа	41	205
9. Тетраэтилсвинец	51245	256225
10. Сероводород	257	1285
11. Углерода оксид	1,2	6

Таблица 2. Нормативы платы за размещение отходов производства и потребления

Вид отходов (по классам опасности для окружающей среды)	Единица измере- ния	Нормативы платы за размеще- ние 1 единицы измерения отхо- дов в пределах установленных лимитов размещения отходов
1. Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	тонна	1739,2
2. Отходы II класса опасности (высокоопасные)	тонна	745,4
3. Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	тонна	497
4. Отходы IV класса опасности (малоопасные)	тонна	248,4
5. Отходы V класса опасности (практически неопасные):		
добывающей промышленности	тонна	0,4
перерабатывающей промышленности	куб.метр	15

Задание:

• Автотранспортное предприятие имеет лимит размещения отходов на 4 квартал 2008 года (объем образования отходов) на ртутьсодержащие лампы (1 класс опасности) - 3,5 кг, опилки древесные с промасленной ветошью (3 класс опасности) - 189 кг; чермет (4 класс опасности) - 14,5 т; шины с металлическим кордом (4 класс опасности) - 2,75 т. Фактически образовалось отходов за отчетный период: ртутьсодержащие лампы - 2,8 кг; опилки древесные с промасленной ветошью - 160 кг, чермет - 4,1 т; шины с металлическим кордом - 2,25 т. Вычислить размер квартального платежа за загрязнение окружающей природной среды.

• Промышленное предприятие имеет норматив выбросов (лимит выбросов) в атмосферный воздух загрязняющих веществ на 2009 год: азота оксид 10 т (15), аммиак 1 т (1,5), бенз(а)пирен 50 кг (55), кислота азотная 1,5 т (4,0), метан 20 т (35), нитробензол 0,5 т (0,7), пыль це-

ментных производств 2,4 т (3,0), сажа 4,5 т (6,0), тетраэтилсвинец 100 кг (115), сероводород 5,1 т (8), углерода оксид 30 т (40). Фактически было выброшено за отчетный период: азота оксид 11 т, аммиак 0,8 т, бенз(а)пирен 60 кг, кислота азотная 5,5 т, метан 40 т, нитробензол 0,6 т, пыль цементных производств 2,1 т, сажа 2,1 т, тетраэтилсвинец 120 кг, сероводород 10,6 т, углерода оксид 45 т. Вычислить размер платежа за загрязнение окружающей природной среды.

Контрольные вопросы

1. Эколого-экономические механизмы природоохранной деятельности.
2. Платность природопользования, виды экологических платежей.
3. Базовые нормативы платы за загрязнение окружающей среды.
4. Распределение экологических платежей и их дальнейшее использование.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Биология: весь курс: для выпускников и абитуриентов / Н.А. Введенский и др. – М.: Эксмо, 2007. -544 с.
2. Биология. Справочник школьника и студента / Под ред. З. Брема и И. Мейненке; Пер. с нем. – 2-е изд., стереотип. –М.: Дрофа, 200. -400 с.
3. Биология: Пособие для поступающих в вузы. Том 1. - М. :ООО «Издательство Новая волна», 1999. – 448 с.
4. Биология: Пособие для поступающих в вузы. Том 2. - М. :ООО «Издательство Новая волна», 1999. – 448 с.
5. Сонин Н.И. Биология. Человек. 8 кл.: Рабочая тетрадь к учебнику «Биология. Человек». 3-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2002.-64 с.
6. Степановских. А.С. Общая экология. - Курган: ИПП «Зауралье», 1996.
7. Степановских. А.С. Экология. - Курган: ИПП «Зауралье», 1997.

8. Степановских А.С. Охрана окружающей среды (Учебник). - Курган: ГИПП «Зауралье», 1998 - 512 с.

9. Попов В.А., Паседько Н.В. Рабочая тетрадь для лабораторно-практических занятий по курсу «Микробиология». Брянск. Издательство Брянской ГСХА, 2003. 43 с.

10. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учебное и справочное пособие.- М.: Финансы и статистика, 2000.

11. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М.: ВЛАДОС, 2001.

12. Экология: Учебное пособие / Под ред. проф В.В. Денисова. – м.: ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону. 2004.

13. Никанорова А.М., Хоружая Т.А. Глобальная экология. Учебное пособие. – М.: Издательство ПРИОР», 2001.

14. Яковлев Г.П., Челомбитько В.А. Ботаника: Учеб. Для фармацев. институтов и фармацев. Фак. Мед. Вузов / Под ред. И.В. Грушвицкого. - М.: Высш. шк., 1990.-367 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания: Кн.1. Народонаселение и пищевые ресурсы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1994.

2. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. Т. 1,2,3: Пер. с англ. / Под ред. Ягодина Г.А. – М.: Прогресс, Пангея, 1993, 1994, 1996.

3. Экологическая экспертиза / В.К. Донченко. В.М. Питулько, В.В. Расторгуев и др.; Под ред. В.М. Питулько. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.

4. Человек и среда его обитания. Хрестоматия / Под ред. Г.В. Лисичкина и Н.Н. Чернова. – М.: Мир, 2003.

5. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов РФ в 2005 году». - М.: НИА-Природа, 2006 - 400 с.

6. Деятельность по обращению с опасными отходами. Т. 2. Нормативно-правовые акты / Под общ. ред. В.Ф. Желтобрюхова, Н.Г. Рыбальского и А.С.Яковлева / Авторы составители: А.Р. Барсов, Ю.Л. Беляева, Ю.Ю. Галкин и др. - М.: НИА-Природа, РЭФИА, 2003 - 445 с.

7. Правила охраны атмосферного воздуха / Методическое письмо. Л., 1991.

8. Природные ресурсы и окружающая среда России (Аналитический доклад) / Думнов А.Д., Рыбальский Н.Г., Самотесов Е.Д. и др. Под ред. Б.А. Яцкевича, В.А. Пака, Н.Г. Рыбальского. - М.: НИИ-Природа, РЭФИА, 2001. - 572 с.

9. Инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. М., 1990.

10. Инструкция по нормированию выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу и водные объекты. Л., 1989.

11. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий / ОНД-86. Л., 1987.

12. Рекомендации по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятия. Л., 1990.

13. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л., 1986.-200 с.

14. Кочегарова Н.Л. Устойчивое экологическое развитие России на пороге третьего тысячелетия: Учебное пособие. - Брянск: Брянск сегодня, 2003.

15. Розанов С.И. Общая экология. – СПб.: Издательство «Лань», 2003.

16. Постановление Правительства РФ от 12.06.03 № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления»

17. Об охране окружающей среды. - ФЗ № 7 от 10.01.02.

18. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды. Учебное пособие для инженера-эколога. Под ред. А.Ф. Порядина. М: НУМЦ МПР России, 1996. - 350 с.

19. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды: утв. Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации 26.01.93.

20. Инструкция. «Базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду и разме-

щение отходов» Разработчик: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ -1992-с.3.

21. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.7-02 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний».

22. Горелов А.А. Экология. Учебное пособие для вузов. - М.: Юрайт-М. 2002.

23. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России. 2000.

24. Охрана окружающей среды. Учебное пособие для проведения занятий по курсу «Охрана окружающей среды» для студентов, обучающихся по специальности 110102 - Агроэкология. Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2004. - 152 с.

25. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды. Учебное пособие для инженера-эколога. Под ред. А.Ф. Порядина. М: НУМЦ МПР России, 1996. - 350 с.

26. Гурарий В.И., Шайн А.С. Комплексная оценка качества воды / Проблемы охраны вод. Харьков, 1975. С.143-150.

27. Комплексные оценки качества поверхностных вод. Л., 1984. 139 с.

28. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв. М. - 1985. 224 с.

29. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. М. - 1987. 23 с.

30. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Крысанов Е.Ю., Кряжева Н.Г., Пронин А.В., Чистякова Е.К., Здоровье среды: практика оценки. М.: Центр экологической политики России. 2000.

31. Варламов А.А., Хабаров А.В. Экология землепользования и охрана природных ресурсов. - М.: Колос, 1999.

32. Методика определения предотвращенного экологического ущерба.- М: Государственный комитет РФ по охране окружающей среды, 1999.

33. Серов Г.П.. Экологический аудит. – М.: Экзамен, 2000.

34. Степанян Е.Н., Алексахина Е.М. Лабораторные занятия по

зоологии с основами экологии: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2001.

35. Жигарев И.А., Пономарева О.Н., Чернова Н.М.. Основы экологии. 10 (11) класс: Сборник задач, упражнений и практических работ к учебнику под редакцией Н.М. Черновой «Основы экологии 10 (11) класс» - М.: Дрофа, 2001.

36. Энос А.Р., Бейли Э.Р. Биология окружающей среды. Проблемы и решения. - Пер. с англ. - М.: Колос. - 1997. - с.184.

37. Киприянов Н.А. Экологически чистое растительное сырье и готовая пищевая продукция. - М.: Агар. – 1997. -176 с.

38. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гушина Э.В. Практикум по экологии: Учебное пособие / Под ред. С.В. Алексеева. – М.: АО МДС, 1996.

39. Исаченко А.Г. Прикладное ландшафтоведение, ч.1., Л.: Лен. ун-т, 1976. 152 с.

40. Агрорландшафтные исследования. Методология, методика, региональные проблемы / Под ред. В.А. Николаева. - М.: МГУ, 1992, 120 с.

41. Почвенные катены Нечерноземной зоны РСФСР. Урусевская И.С. Почвоведение, 1990, № 9, с. 12-27.

42. Тиво П.Ф., Саскевич Л.А., Нитраты: слухи и реальность. Мн.: Ураджай, 1990.

Периодические издания

1. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обзорная информация. - М.: ВИНТИ.

2. Жукинский В.Н. и др. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. 1981. Вып. 2. С. 38-49.

3. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. Обзорная информация. - М.: ВИНТИ.

4. Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Колесникова Т.Х. Оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям / Гидрохимические материалы Т.88. 1983. С. 119-129.

5. Экологическая экспертиза. Обзорная информация. – М.: ВИНТИ.

6. Экономика природопользования. Обзорная информация. – М.: ВИНТИ.

7. Экология.

8. «ЭКиП» Экология и промышленность России.

9. ЭКОС. Охрана окружающей среды.

Газеты

1. Зеленый мир.

Содержание

Часть 1. Общая биология.....	4
ЗАНЯТИЕ 1. ХИМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЖИЗНИ.....	4
ЗАНЯТИЕ 2. МИКРОСКОП И ПРАВИЛА РАБОТЫ С НИМ. МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ МИКРОПРЕПАРАТОВ И СРЕЗОВ.....	12
Лабораторная работа №1 Изучение особенностей строения растительной клетки.....	19
ЗАНЯТИЕ 3. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КЛЕТОК.....	20
Лабораторная работа №2 Техника микробиологического анализа бактериальных сред.....	29
ЗАНЯТИЕ 4. ТКАНИ РАСТЕНИЙ.....	33
ЗАНЯТИЕ 5. ТКАНИ ЖИВОТНЫХ.....	38
ЗАНЯТИЕ 6. ОБЗОР ЦАРСТВА РАСТЕНИЯ (PLANTAE).....	44
ЗАНЯТИЕ 7. ОБЗОР ЦАРСТВА ЖИВОТНЫЕ.....	52
ЗАНЯТИЕ 8. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА.....	68
Часть 2. Экология.....	82
ЗАНЯТИЕ 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ И ИХ ДЕЙСТВИЕ.....	82
ЗАНЯТИЕ 2. ПРИРОДНЫЕ ПОПУЛЯЦИИ.....	88
ЗАНЯТИЕ 3. ЭКОСИСТЕМЫ. ЕЁ ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СВОЙСТВА.....	97
ЗАНЯТИЕ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ...	108

ЗАНЯТИЕ 5. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	118
ЗАНЯТИЕ 6. ПРОИЗВОДСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ.....	127
ЗАНЯТИЕ 7. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ, ТЕРРИТОРИИ, ПОПУЛЯЦИИ И ОСОБИ ПО КОМПЛЕКСУ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ.....	136
ЗАНЯТИЕ 8. ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ.....	144
ЗАНЯТИЕ 9. ОХРАНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ. ВОЗДЕЙСТВИЕ СБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД.....	154
ЗАНЯТИЕ 10. ОХРАНА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВ.....	164
ЗАНЯТИЕ 11. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ.....	173
ЛИТЕРАТУРА.....	184

Учебное издание

Кротов Дмитрий Геннадьевич
Мамеева Виктория Евгеньевна
Симонов Виталий Юрьевич

Биология с основами экологии

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 8.12.2009 г. Формат 60 x 84 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 11,04. Тираж 150 экз. Изд. № 1524.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365, Брянская обл. Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА