

# **ВСЕ КУРС ШКОЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

---

**в схемах и таблицах**

**МАТЕМАТИКА  
ФИЗИКА  
ХИМИЯ  
ИНФОРМАТИКА  
БИОЛОГИЯ**

Санкт-Петербург  
Издательство "Тригон"

УДК 373.161.1/075.3

ББК я71

В38

**Авторы-составители:**

*Коноплева О. А. (математика), Соболева С. А. (физика),*

*Левина Э. М. (химия), Гусева И. Ю. (информатика),*

*Жеребцова Е. Л. (биология).*

**В38** **Весь курс школьной программы в схемах и таблицах:** математика, физика, химия, информатика, биология – СПб. : Тригон, 2007. – 624 с.

Справочное пособие предназначено учащимся общеобразовательных школ. В наглядных таблицах и схемах изложен весь материал школьной программы по математике, физике, химии, информатике и биологии. Книгу можно использовать для подготовки к урокам, контрольным и самостоятельным работам. Предложенная форма подачи материала удобна для старшеклассников и абитуриентов при подготовке к экзаменам, т. к. позволяет систематизировать знания, облегчает понимание сложных определений, понятий и формул.

**ISBN 978-5-94684-935-7**

УДК 373.161.1/075.3

ББК я71

**Отдел продаж:**

тел./факс: **8-901-312-1951**

e-mail: [trigonprint@mail.ru](mailto:trigonprint@mail.ru)

Все права на книгу находятся под охраной издателей.

**ISBN 978-5-94684-935-7**

© ООО “Издательство “Тригон”, 2007

# **БИОЛОГИЯ**

---

## **в схемах и таблицах**

# Часть I. Живые организмы

## Вирусы (внеклеточные формы жизни)

**Вирусы** – внутриклеточные паразиты, в большинстве случаев вызывающие заболевания человека, животных и микроорганизмов. Вирусы не имеют клеточного строения, они представляют собой переходную форму между неживой и живой природой.



## Царство Бактерии

(**Дробянки** – доядерные организмы – прокариоты.)

**Формы клеток бактерий:**

1. Шаровидные – кокки.
2. Палочковидные – бациллы.
3. Дугообразно изогнутые – вибрионы.
4. Спиралеобразные (в виде вытянутого штопора) – спиреллы.
5. Колонии бактерий:
  - а) диплококки;
  - б) стрептококки;

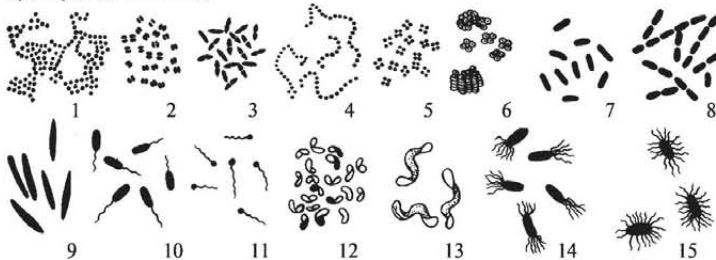


Таблица 49.

## Строение бактерий

| Органоиды бактериальной клетки | Строение и функции  |
|--------------------------------|---|
| Оболочка                       | Состоит из двух слоев, некоторые бактерии имеют третий слой:<br><i>1 слой</i> – мембрана;<br><i>2 слой</i> – клеточная стенка, придает постоянную форму клетке;<br><i>3 слой</i> – слизистая капсула (свойственна лишь некоторым бактериям), защищает клетку от высыхания |
| Цитоплазма                     | Вязкое полужидкое вещество, находящееся внутри клетки, осуществляет взаимосвязь между органоидами и транспортирует питательные вещества к органоидам  |
| Ядерное вещество               | Представлено в виде замкнутой в кольцо молекулы ДНК, является носителем наследственной информации   |
| Рибосомы                       | Синтезируют белок   |
| Клеточные включения            | Крахмал, гликоген, жиры   |
| Жгутик                         | Вырост оболочки клетки, органоид движения, некоторые бактерии не имеют жгутика  |

Таблица 50.

## Роль бактерий в природе и жизни человека

| Роль бактерий        | В природе  | В жизни человека   |
|----------------------|--|--|
| <b>Положительная</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• почвенные бактерии участвуют в образовании каменного угля, нефти, торфа и т. д.;</li> <li>• обеспечивают круговорот веществ в природе;</li> <li>• участвуют в образовании почвы, плодородного слоя – перегноя;</li> <li>• связывают атмосферный азот в виде доступных для растений нитратов и нитритов;</li> <li>• гнилостные бактерии разлагают вещества, делая их более доступными для др. организмов.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• бактерии молочнокислого брожения используются для изготовления кефира, кумыса, сметаны, сывороток, при квашении продуктов;</li> <li>• для изготовления кормовых белков (водородные бактерии);</li> <li>• уксуснокислые бактерии брожения используют для получения винного уксуса;</li> <li>• бактерии используют в кожевенной и текстильной промышленности (при выделке кожи, при мочке льна и конопли);</li> <li>• бактерии используют для приготовления сывороток и вакцин;</li> <li>• бактерии являются основой получения антибиотиков (эритромицин, нистатин и др.).</li> </ul> |
| <b>Отрицательная</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• болезнетворные бактерии вызывают заболевания у животных и растений.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• бактерии гниения и брожения приводят к порче продуктов питания;</li> <li>• некоторые бактерии разрушают бумагу;</li> <li>• вызывают коррозию металлов;</li> <li>• болезнетворные бактерии вызывают заболевания человека, домашних животных и культурных растений:               <ul style="list-style-type: none"> <li>а) у человека заболевания – холера, чума, дизентерия, тиф, ангина и др.;</li> <li>б) у домашних животных – чумка, бруцеллез и др.;</li> <li>в) у культурных растений – бактериоз, ожог коры плодово-ягодных растений, яблони.</li> </ul> </li> </ul>         |

## Царство Грибы

**Грибы** – особая группа клеточных ядерных организмов, имеющих сходство с растениями и животными.

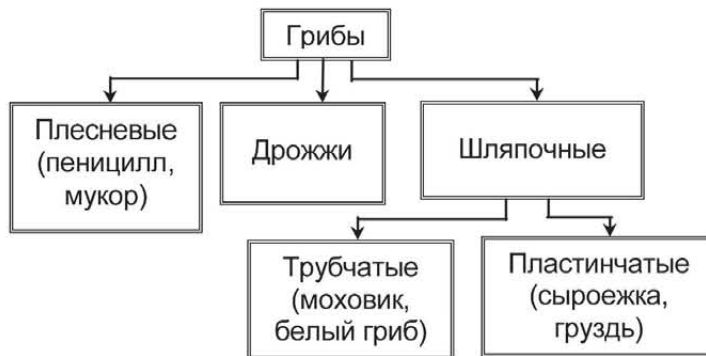


Таблица 51. **Признаки сходства грибов с растениями и животными**

| Признаки сходства с растениями  | Признаки сходства с животными   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• клетки грибов имеют клеточную стенку (твердая оболочка);</li> <li>• имеют малую подвижность;</li> <li>• неограниченный рост;</li> <li>• поглощение веществ из окружающей среды путем всасывания;</li> <li>• размножаются спорами и вегетативно, частями грибницы.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• в клеточной оболочке содержится хитин (вещество, образующее наружный скелет членистоногих);</li> <li>• запасным питательным веществом является гликоген (полисахарид, у позвоночных животных откладывается в печени и мышцах);</li> <li>• в клетках грибов нет хлоропластов (хлорофилл), поэтому по способу питания они относятся к гетеротрофам;</li> <li>• тело состоит из отдельных нитей, часто ветвящихся – <b>гиф</b>. Гифы в совокупности образуют мицелий или грибницу;</li> <li>• грибы представлены одноклеточными и многоклеточными формами.</li> </ul> |

## Лишайники

**Лишайники** – симбиотические организмы, состоящие из клеток гриба и водоросли.



Таблица 53. **Значение лишайников в природе и жизни человека**

| Зна-<br>чение | В природе  | Для человека   |
|---------------|--|--|
| Положительное | <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Пионеры» растительности, разрушают горные породы и образуют почвенный слой для других растений.</li> <li>• Выделяя особые кислоты, медленно разрушают горные породы.</li> <li>• Служат кормом для животных (олений лишайник – ягель). Слагают напочвенный покров (в тундре).</li> <li>• Лишайники служат местом обитания животных. Среди лишайников живут много видов беспозвоночных и позвоночных животных (клещи и др.).</li> <li>• После отмирания, разлагаясь, лишайники создают необходимые условия для образования почвенного гумуса.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Являются индикатором чистого воздуха.</li> <li>• Являются сырьем для химической промышленности (для изготовления индикатора – лакмуса), фармацевтической и парфюмерной промышленности.</li> </ul> |



## Часть 2. Царство Растения

Таблица 55. **Основные систематические группы растений**

| Группа<br>число видов  | Особенности строения<br>и жизнедеятельности   | Жизненный цикл   | Представители<br>и их значение   |
|--|---|--|--|
| <b>Низшие растения</b>   |   |  |  |
| <b>Подцарство Настоящие водоросли (35000 видов)</b>  |   |  |  |
| <p style="text-align: center;"><b>Отдел<br/>Зеленые<br/>водоросли</b><br/>13 000<br/>видов</p> | <p>Хроматографы этих водорослей содержат зеленый пигмент – хлорофилл, поэтому отличительный признак зеленых водорослей – зеленый цвет слоевища. Распространены они преимущественно в пресных водоемах, но некоторые обитают в морских водоемах и в наземных условиях, но в условиях периодического увлажнения. Зеленые водоросли представлены одноклеточными и многоклеточными формами. Большинство одноклеточных и колониальных водорослей имеют один или несколько жгутиков, с помощью которых способны передвигаться в воде.</p> | <p>Размножение бесполое (спорами и кусочками таллома) и половое (происходит осенью).</p> <p style="text-align: center;"><b>цикл развития<br/>хламидомонады:</b><br/><b>взрослое растение (n)</b><br/>↓<br/><b>гаметы (n)</b><br/>↓<br/><b>(оплодотворение гамет)</b><br/>↓<br/><b>зигота (2n)</b></p> <p>имеет твердую защитную оболочку. Зимует на дне водоема.</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>4 вегетативные клетки (n) = зооспоры</b></p> <p>образуются в результате мейоза. В жизненном цикле преобладает вегетативное гаплоидное поколение.</p> | <p><b>Одноклеточные:</b><br/>хлорелла, хламидомонада – служат пищей мелким животным, основа <b>фитопланктона</b>.</p> <p><b>Колониальные:</b><br/>вольвокс – пища для животных.</p> <p><b>Многоклеточные</b><br/>спирогира, улотрикс, кладофора – место обитания мелких животных, обогащают воду кислородом, составляют основу органического вещества водоемов. Участвуют в образовании подзолистых почв (характерных для северных районов).</p> |

### Низшие растения

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <p style="text-align: center;"><b>Отдел<br/>Красные<br/>водоросли</b><br/>4000 видов</p> | <p>Красные водоросли являются многоклеточными организмами, их тело представлено талломом или слоевищем, помимо зеленого пигмента они содержат красный (фикоэритрин) и синий (фикоциан) пигменты. Запасное вещество – багрянквый крахмал, откладывающийся в цитоплазме. Распространены в морях и океанах (бентос), редко в пресных водоемах. Оболочки клеток некоторых видов могут минерализоваться солями кальция и магния. Таллом имеет форму кустиков.</p>   | <p>Размножаются бесполом (спорами) и половым путем. Жгутиков стадий в цикле развития нет. Преобладает спорофит (n), образующий в спорангиях споры (n). Половое размножение происходит благодаря пассивному переносу мужских гамет к женскому половому органу.</p>  | <p>Порфира и некоторые другие представители употребляются в пищу. Анфельция, филлофора – источник агар-агара. Пища для животных (морских и прибрежных). Формируют океанические острова вместе с кораллами.</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>Отдел<br/>Бурые<br/>водоросли</b><br/>1500 видов</p>   | <p>Многоклеточные, обитатели морей и океанов. Самые высокоорганизованные из водорослей, таллом имеет бурю окраску за счет зеленого (хлорофилл), оранжевых (картиноиды) и красного (фукоциан) пигментов. Тело разделено на части: ризоиды, ствол и листовая пластинка, имеются воздушные пузырьки, удерживающие растение в вертикальном положении. В клеточных стенках имеется целлюлоза, несколько отличающаяся по строению от таковой высших растений. Питаются за счет фотосинтеза, (продукты его сахароспирты: маннит и ламинарин).</p> | <p>В цикле развития преобладает спорофит (2n)</p> <p style="text-align: center;"><b>спорангии<br/>спорофита</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>споры (n)</b></p> <p>образуются в процессе мейоза</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>гаметофит (n)</b></p> <p>имеет архегонии и антеридии</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>сперматозоиды<br/>и яйцеклетки (n)</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>зигота (2n)</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>спорофит (2n)</b></p> | <p>Фукус, аскофилла, цистозейра, макроцитис, алария, агарум образуют обширные придонные заросли, являются местом обитания морских животных и пищей для них. Являются промышленным сырьем для получения солей калия, йода, альгиновой кислоты. Ламинария съедобна.</p> |

| Группа<br>число видов  | Особенности строения<br>и жизнедеятельности   | Жизненный цикл  | Представители<br>и их значение   |
|--|---|---|--|
| <b>Высшие растения</b>   |   |   |  |
| <b>Подцарство Высшие растения</b>  |   |   |  |
| <p>К высшим растениям относятся растения, тело которых разделено на органы (корень, стебель, листья). Это сложные многоклеточные организмы, клетки которых дифференцированы и образуют различные ткани (покровная, проводящая, механическая и т. д.), имеющие определенное функциональное значение. Появление покровной и проводящих тканей было важнейшим ароморфозом в эволюции растений, т. к. позволило им выйти на сушу. Покровная ткань предотвращает от высыхания растения, а проводящая связывает между собой все части растения, транспортируя воду, минеральные и питательные вещества по растительному организму.</p> |   |   |  |
| <b>Высшие споровые растения</b>  |   |   |  |
| <p><b>Отдел</b><br/><b>Моховидные</b><br/>25000<br/>видов</p>  | <p>Растения, не имеют проводящей ткани (сосудов) и механической ткани. Тело разделено на стебель и листообразные выросты – <b>филлоиды</b>, корней нет, иногда имеются <b>ризоиды</b>. Питаются автотрофно за счет фотосинтеза. Многие виды обладают гигроскопичностью – способностью удерживать воду за счет водоносных клеток (филлоидов). Встречаются в основном в северном полушарии.</p> | <p>Размножение бесполое (спорами, вегетативное) и половое размножение. <b>Для оплодотворения необходима вода</b>. В случае двудомных растений, подвижные сперматозоиды с помощью воды попадают в женский половой орган, в случае однодомных, мужские и женские половые органы находятся на одном растении. Преобладает половое поколение – <b>гаметофит</b> (заросток).</p> | <p><b>Класс Листостебельные мхи:</b><br/>сфагнум – вызывает заболачивание почвы, служит накопителем влаги. Поддерживает водный баланс, образует залежи торфа, обладает бактерицидным свойством, используется в строительстве деревянных домах (конопчат щели).</p> |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| <p><b>Отдел</b><br/><b>Моховидные</b><br/>25000<br/>видов</p> |  | <p style="text-align: center;"><b>Цикл развития кукушкина льна спора (2n)</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>заросток</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">мужской<br/>гаметофит</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">женский<br/>гаметофит</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">сперматозоиды</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">яйцеклетки</div> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 0 auto; width: 100px;">оплодотворение</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 0 auto; width: 100px;">зигота (2n)</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>спорофит</b><br/>развивается на женском гаметофите, представляет собой коробочку со спорами</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>споры (2n)</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• кукушкин лен – слагает растительный покров тундры и хвойных лесов.</li> <li>• водяной мох фонтиналис используется аквариумистами.</li> </ul> <p><b>Класс</b><br/><b>Печеночные мхи</b><br/>маршанция</p> |
| <p><b>Отдел</b><br/><b>Плауновидные</b><br/>500 видов</p>     | <p>Многолетние травянистые, вечнозеленые растения. Побеги стелющиеся с придаточными корнями, шло-видными листьями, расположенными мутовчато на прямостоячих побегах, на верхушках которых располагаются спороносные колоски. Плауны растут очень медленно, у некоторых видов гаметофит из прорастающей споры развивается в течение 6–15 лет.</p> | <p>Цикл развития сходен с папоротникообразными. Преобладает спорофит (2n), в спорангиях созревают споры (n). Из споры развиваются однополюе или обоеполюе гаметофит (заросток), лишённый хлорофилла, существующий в симбиозе с грибами в течение нескольких лет. Для оплодотворения нужна вода. Из споры развивается спорофит.</p>   | <p>Плаун булавовидный, плаун баранец. Споры плаунов используются в качестве детской присыпки (натуральный тальк), в ветеринарии, в металлургии в фасонном литье для обсыпания моделей.</p>  |

| Группа<br>число видов  | Особенности строения<br>и жизнедеятельности  | Жизненный цикл  | Представители<br>и их значение   |
|--|--|---|--|
| <p style="text-align: center;"> <b>Отдел</b><br/> <b>Хвощевидные</b><br/>                     30<br/>                     видов                 </p> | <p>                         Многолетние растения. Имеют членистое корневище с придаточными корнями, от корневища отходят надземные побеги. Они бывают двух видов: одни – вегетативные, зеленые, мутовчато разветвленные, летние, к осени отмирают, другие буроватые, прямые не ветвящиеся, развиваются рано весной. На верхушке весеннего побега образуется спороносный колос, после спороношения отмирают. Побеги состоят из члеников (междоузлий) и узлов с мутовчато расположенными листьями. Листья редуцированы в чешуи. Клетки растения способны накапливать кремнезем, который выполняет механическую и защитную роль.                     </p> | <p>                         В спороносных колосках образуются гаплоидные споры. Из них вырастают заростки (гаметофиты – одно или обоеполые). Оплодотворение осуществляется только при наличии воды на поверхности гаметофита. Из диплоидной зиготы развивается зародыш, а из него – взрослый спорофит.                     </p> | <p>                         Хвощи являются индикаторами почв, там где они произрастают, почва нуждается в известковании. Хвощи являются сорняками пастбищ и полей. Хвощ полевой применяется в медицине как мочегонное средство.                     </p> |

| Группа<br>число видов   | Особенности строения<br>и жизнедеятельности   | Жизненный цикл  | Представители<br>и их значение             |  |   |   |  |
|---|---|---|--|--|---|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>Отдел</b><br/><b>Папоротни-</b><br/><b>ковидные</b><br/>10000 видов</p> | <p>Многолетние травянистые (иногда древесные) растения, тело которых разделено на корень, стебель и лист. Часто имеют корневище и придаточные корни, крупные листья несущие споры. Молодые листья улиткообразно свернуты. Листья разделены на черешок и пластинку. Хорошо развита проводящая и основная (паренхима) ткани. Наземные папоротники предпочитают влажные тенистые места обитания, водные формы обитают в болотах и стоячих водоемах, древесные формы распространены только в тропических лесах.</p> | <p>Характерно половое, бесполое, вегетативное размножение кусочками корневища. В жизненном цикле преобладает споровое растение – спорофит. Из споры развивается заросток сердцевидной формы – <b>заросток</b> (гаметофит, чаще всего однополый), на нем развиваются сперматозоиды и яйцеклетки. Оплодотворение происходит в капле воды. Из зиготы развивается спорофит.</p> <p style="text-align: center;"><b>Цикл развития</b><br/><b>щитовника мужского</b><br/><b>спорофит (2n)</b><br/>(взрослое листостебельное растение)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>споры (n)</b><br/>(образуются в результате мейоза в сорусах, на листьях – вайях)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>сердцевидный заросток – гаметофит</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><b>антеридии</b><br/>мужские половые органы</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><b>архегии</b><br/>женские половые органы</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><b>Сперматозоиды</b><br/>мелкие, подвижные</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><b>Яйцеклетки</b><br/>крупные, неподвижные</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>зигота (2n)</b><br/>↓<br/><b>спорофит</b></p> | <b>антеридии</b><br>мужские половые органы | <b>архегии</b><br>женские половые органы | <b>Сперматозоиды</b><br>мелкие, подвижные | <b>Яйцеклетки</b><br>крупные, неподвижные | <p>Вымершие папоротники образовали залежи каменного угля. Нефролепис, адiantum используются для озеленения. Корневища используются для изготовления глистогонных лекарств (щитовник муской). Молодые листья некоторых папоротников в Японии употребляют в пищу. Водные папоротники – сальвиния, тайландский папоротник и другие используются для украшения аквариумов. В северных лесах обитают: щитовник мужской, орляк и др.</p> |
| <b>антеридии</b><br>мужские половые органы  | <b>архегии</b><br>женские половые органы  |   |  |  |   |   |  |
| <b>Сперматозоиды</b><br>мелкие, подвижные   | <b>Яйцеклетки</b><br>крупные, неподвижные   |   |  |  |   |   |  |

| Группа<br>число ви-<br>дов  | Особенности строения<br>и жизнедеятельности   | Жизненный цикл  | Представители<br>и их значение   |
|---|---|---|--|
| <b>Высшие семенные растения</b>   |   |   |  |
| <p style="text-align: center;"><b>Отдел<br/>Голосемен-<br/>ные</b><br/>8000 видов</p> | <p>Вечнозеленые (реже листопадные) деревья и кустарники (травянистых форм нет). Относятся к группе семенных растений, так как <i>размножаются семенами</i>. Семена, в отличие от споры (одна клетка), содержат зародыш, запас питательных веществ и оболочку. Семена открыто расположены на чешуйках шишек (видоизмененный укороченный побег). Прочные покровы защищают семена от внешних воздействий. В стебле различают: <b>кору, древесину (проводящую ткань) и сердцевину (основная запасающая ткань)</b>. Проводящая ткань образована не сосудами, а <b>трахеидами</b>. В ситовидных клетках нет клеток спутниц.</p> | <p>В цикле полностью преобладает спорофит (2n). Функцию спорангий выполняют <b>семязачатки</b>, открыто расположенные на чешуйках женских шишек; в них развивается <b>женский гаметофит</b> – два архегония с крупными неподвижными яйцеклетками. <b>Мужской гаметофит</b> представляет собой пыльцевое зерно с двумя неподвижными спермиями, состоящее из генеративной и вегетативной клетки. Пыльцевые зерна созревают в пыльцевых мешках мужских шишек. <b>Для оплодотворения не требуется вода, пыльца переносится ветром.</b> Попав на семязачаток, пыльцевое зерно прорастает, образуя пыльцевую трубку, по которой <b>спермий</b> (неподвижный) попадает к яйцеклетке. В оплодотворении принимает участие только один спермий и одна яйцеклетка, остальные отмирают. В результате оплодотворения развивается семя с семенной кожурой, зародышем и эндоспермом.</p> | <p><b>Класс</b><br/><b>Саговниковые</b> – внешним видом напоминают пальмы, встречаются в тропических лесах. Сердцевину некоторых саговниковых пальм используют в пищу (сорго).<br/><b>Класс Гинкговые</b> – представлен единственным представителем гинкго двулопастное, произрастает в Азии. Имеет листовую пластинку, сходную по строению с листьями цветковых растений.<br/><b>Класс Эфедровые</b> – эфедра или хвойник. Имеют зеленые фотосинтезирующие побеги, листья чешуйчатые. Семена используют в пищу.</p> |

| Группа<br>число видов  | Особенности строения<br>и жизнедеятельности  | Жизненный цикл  | Представители<br>и их значение   |  |   |
|--|--|---|--|--|---|
| <p><b>Класс</b><br/><b>Хвойные</b></p>   | <p>В умеренной зоне представителями голосеменных являются хвойные. Корень хвойных в основном стержневой. В корнях и стеблях много смоляных ходов, заполненных эфирными маслами и смолами. У листопадных хвойных (лиственница) листья мягкие, плоские, игловидные расположены пучками или спирально. У большинства хвойных листья вечнозеленые, жесткие, игольчатые или чешуевидные по форме и очень разной длины (до 45 см.). Они покрыты слоем кутикулы, предохраняющей от излишнего испарения.</p> | <p><b>Цикл развития сосны</b><br/><b>Семя сосны</b><br/>(зародыш семени)<br/>↓<br/><b>Сосна</b><br/>(взрослое растение, спорофит)</p> <table border="1" data-bbox="674 309 1119 943"> <tr> <td data-bbox="674 309 913 943"> <p><b>мужские шишки</b><br/>↓<br/><b>спорангии</b><br/>↓<br/><b>мейоз</b><br/><i>много мелких спор (микроспоры)</i><br/>(все споры развиваются)<br/>↓<br/><b>мужской заросток – гаметофит</b><br/>(пыльцевое зерно)<br/>↓<br/>пыльца переносится ветром на семязачаток, прорастает, образуя пыльцевую трубку<br/>↓<br/><b>2 спермия</b><br/>(доставляются к яйцеклетке по пыльцевой трубе)</p> </td> <td data-bbox="913 309 1119 943"> <p><b>женские шишки</b><br/>↓<br/><b>семязачатки</b><br/>(на чешуе шишки, несут спорангии)<br/>↓<br/><b>мейоз</b><br/><i>4 крупные споры (мегаспоры)</i><br/>(развивается только одна)<br/>↓<br/><b>женский заросток гаметофит</b><br/>(эндосперм с 2 архегониями)<br/>↓<br/><b>яйцеклетки</b><br/>(по одной в каждом архегонии)</p> </td> </tr> </table> <p>↓<br/><b>зигота</b><br/>(один спермий (n) оплодотворяет одну яйцеклетку (n))<br/>↓<br/><b>семя</b> (зародыш семени)</p> | <p><b>мужские шишки</b><br/>↓<br/><b>спорангии</b><br/>↓<br/><b>мейоз</b><br/><i>много мелких спор (микроспоры)</i><br/>(все споры развиваются)<br/>↓<br/><b>мужской заросток – гаметофит</b><br/>(пыльцевое зерно)<br/>↓<br/>пыльца переносится ветром на семязачаток, прорастает, образуя пыльцевую трубку<br/>↓<br/><b>2 спермия</b><br/>(доставляются к яйцеклетке по пыльцевой трубе)</p> | <p><b>женские шишки</b><br/>↓<br/><b>семязачатки</b><br/>(на чешуе шишки, несут спорангии)<br/>↓<br/><b>мейоз</b><br/><i>4 крупные споры (мегаспоры)</i><br/>(развивается только одна)<br/>↓<br/><b>женский заросток гаметофит</b><br/>(эндосперм с 2 архегониями)<br/>↓<br/><b>яйцеклетки</b><br/>(по одной в каждом архегонии)</p> | <p>Ель, сосна, лиственница, можжевельник – основные породы, образующие лесные массивы севера и умеренной зоны. Секвойя – одно из самых высоких и долгоживущих растений планеты. Кедр – древнейшее голосеменное, может расти на высоте более 2000 м. Выделяет большое количество фитонцидов. Хвойные используются в строительстве, в целлюлозно-бумажной промышленности, в химической промышленности – из смолы получают скипидар и канифоль. Многие животные питаются семенами хвойных.</p> |
| <p><b>мужские шишки</b><br/>↓<br/><b>спорангии</b><br/>↓<br/><b>мейоз</b><br/><i>много мелких спор (микроспоры)</i><br/>(все споры развиваются)<br/>↓<br/><b>мужской заросток – гаметофит</b><br/>(пыльцевое зерно)<br/>↓<br/>пыльца переносится ветром на семязачаток, прорастает, образуя пыльцевую трубку<br/>↓<br/><b>2 спермия</b><br/>(доставляются к яйцеклетке по пыльцевой трубе)</p> | <p><b>женские шишки</b><br/>↓<br/><b>семязачатки</b><br/>(на чешуе шишки, несут спорангии)<br/>↓<br/><b>мейоз</b><br/><i>4 крупные споры (мегаспоры)</i><br/>(развивается только одна)<br/>↓<br/><b>женский заросток гаметофит</b><br/>(эндосперм с 2 архегониями)<br/>↓<br/><b>яйцеклетки</b><br/>(по одной в каждом архегонии)</p>   |   |  |  |   |



| Группа<br>число видов   | Особенности строения<br>и жизнедеятельности   | Жизненный цикл   | Представители<br>и их значение   |
|---|---|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b>Отдел</b><br/><b>Покрытосе-</b><br/><b>менные</b><br/><b>(Цветковые)</b><br/>250000<br/>видов</p> | <p>Деревья, кустарники, травы. Распространены во всех климатических зонах. Основная особенность – наличие цветка, развитие семени внутри плода, т. е. покрытосемянность. Цветок – видоизменение генеративного побега. Лепестки, тычинки, пестик – видоизменения листьев. Имеются сложные проводящие ткани, состоящие из сосудов, ситовидных трубок и клеток спутников. Семяпочка защищена стенками завязи. Процессу оплодотворения предшествует опыление – перенос пыльцы с тычинки на рыльце пестика и цветка. Перенос пыльцы осуществляется в основном с помощью ветра и насекомых, встречается самоопыление. Плод с семенами развивается из завязи пестика цветка.</p> | <p>Для покрытосеменных характерно вегетативное и половое (семенное) размножение. Для оплодотворения не нужна вода. В жизненном цикле полностью преобладает спорофит (n) – само растение. Характерно <b>двойное оплодотворение</b>. Начало цикла совпадает с голосеменными растениями. <b>Мужской гаметофит</b> – пыльцевое зерно (вегетативная и генеративная), развивается в пыльцевом мешке на тычинках. <b>Женский гаметофит</b> образуется из одной мегаспоры и представляет собой 8-ядерный зародышевый мешок. Одна из клеток – яйцеклетка. Две другие сливаются в центре, образуя диплоидную (4n) центральную клетку. Остальные пять идут на формирование зародышевого мешка. В результате оплодотворения один спермий сливается с яйцеклеткой второй с центральной клеткой.</p> | <p><b>Класс</b><br/><b>Однодольные.</b><br/><b>Семейство</b><br/><b>злаковые</b><br/>Зерновые культуры (пшеница, рожь, ячмень и т. п.) – пищевое значение.</p> <p><b>Культурные.</b><br/><b>Семейство</b><br/><b>лилейные</b><br/>растения: тюльпан, нарцисс, чеснок, лук – пищевое и декоративное значение.</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>Отдел</b><br/> <b>Покрывосе-</b><br/> <b>менные</b><br/> <b>(Цветковые)</b><br/> 250000<br/> видов</p> | <pre> graph TD     A[цветок] --&gt; B[тычинка]     A --&gt; C[пестик]     B --&gt; D[пыльцевое зерно]     D --&gt; E[вегетативная клетка]     D --&gt; F[генеративная клетка]     E --&gt; G[пыльцевая трубка]     F --&gt; H[спермий]     F --&gt; I[спермий]     C --&gt; J[семяпочка (в завязи)]     J --&gt; K[зародышевый мешок]     K --&gt; L[яйце-клетка]     K --&gt; M[центральная клетка]     L --&gt; N[зигота (2n)]     H --&gt; N     M --&gt; O[триплоидная клетка]     I --&gt; O     N --&gt; P[зародыш]     O --&gt; Q[эндосперм] </pre> | <p><b>Класс</b><br/> <b>Двудольные</b><br/> Основные культурные растения:<br/> • <b>семейство пасленовые</b> (картофель, томаты, перец, баклажаны);<br/> • <b>семейство бобовые</b> (горох, соя, фасоль, бобы, арахис);<br/> • <b>семейство крестоцветные</b> (капуста, редька и т. п.);<br/> • <b>семейство сложноцветные</b> (подсолнечник, астры, георгины и т. п.).</p> |
|--|--|---|

Таблица 56.

## Характерные признаки семейств цветковых растений. Класс Двудольные

| Название семейства | Формула цветка   | Соцветие                     | Плод                          | Особенности строения вегетативных органов  | Примеры   |
|--------------------|--|------------------------------|-------------------------------|--|---|
| 1. Крестоцветные   | $C_{2+2}L_{2+2}T_{2+4}P_1$   | Кисть                        | Стручок, стручочек            | Стебли часто укороченные, листья простые цельные или рассеченные, видоизменения корней – корнеплоды                    | Только травы. Капуста, редька, свекла, пастушья сумка, гулявник лекарственный                                       |
| 2. Розоцветные     | $C_5L_5T_{\infty}P_1$<br>или<br>$C_5L_5T_{\infty}P_{\infty}$                         | Кисть, простой зонтик, щиток | Костянка, яблоко, многоорешек | Стебли часто с шипами, встречаются побеговые колючки, листья простые и сложные с прилистниками                         | Травы, деревья, кустарники. Шиповник, яблоня, рябина, лапчатка, гравилат, земляника, боярышник, груша, вишня, слива |
| 3. Бобовые         | $C_5L_{1+2+(2)}T_{(9)+1}P_1$<br>Лепестки:<br>парус, весла (2), лодочка (2 сросшихся) | Кисть, головка               | Боб, бобик                    | Стебли травянистые лианы, листья перистосложные с крупными прилистниками, тройчато-сложные, часто видоизменены в усики | Травы, деревья, кустарники. Бобы, соя, люпин, горох, чина луговая, акация, фасоль, клевер, кашка, донник            |
| 4. Пасленовые      | $C_{(5)}L_{(5)}T_{(5)}P_1$   | Кисть, завиток, метелка      | Ягода, коробочка              | Стебли вильчатого ветвления, листья простые, некоторые виды имеют видоизмененные побеги – клубни                       | Травы. Томаты, паслен, душистый табак, петуния, перец, баклажан, белена, дурман                                     |

Таблица 57.

## Характерные признаки цветковых растений

### Класс Однодольные

| Название семейства | Формула цветка   | Соцветие                                | Плод               | Особенности строения вегетативных органов   | Примеры  |
|--------------------|--|---|--------------------|---|--|
| 1.<br>Лилейные     | *<br>$O_{3+3}T_{3+3}P_1$   | Кисть,<br>чаще<br>одиночные             | Ягода<br>коробочка | Стебли часто видоизменены в луковицу, имеются корневища. Листья удлинённые, линейные или ланцетовидные. Жилкование линейное или дуговое                     | Только травы. Лук, чеснок, лилии, нарциссы, тюльпаны             |
| 2.<br>Злаковые     | $\uparrow O_{2+2}T_3P_1$<br>Цветки мелкие, невзрачные, пленчатые, опыляются ветром | Сложный колос, султан, метелка, початок | Зерновка           | Стебель – соломина с полыми междоузлиями и вздутыми узлами. Рост вставочный.<br><br>Листья состоят из линейной пластинки и влагалища, охватывающего стебель | Только травы. Пшеница, овес, рис, кукуруза, овсюг, пырей, мятлик |

Таблица 58. **Сравнительная характеристика растений  
Класса Однодольные и Двудольные**

| Признаки                           | Класс двудольные  | Класс однодольные   |
|------------------------------------|---|---|
| 1. Количество семядолей в зародыше | 2 семядоли  | 1 семядоля  |
| 2. Тип корневой системы            | Стержневая  | Мочковатая  |
| 3. Жилкование листа                | Сетчатое или перистое                                   | Параллельное или дуговое                                  |
| 4. Цветок                          | Четырехчленный или пятичленный с двойным околоцветником | Трехчленные, реже четырехчленные с простым околоцветником |
| 5. Примеры                         | Сем. Крестоцветные, Пасленовые, Розоцветные             | Сем. Злаковые, Лилейные, Орхидные                         |

Таблица 59. **Вегетативные органы растений**

| Орган         | Функция   | Внешнее строение   | Видоизменения   |
|---------------|---|--|---|
| <b>Корень</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Удерживает растение в почве,</li> <li>2. Поглощает минеральные вещества и воду,</li> <li>3. Иногда запасает питательные вещества.</li> <li>4. Обеспечивает симбиотические отношения растения с почвенными обитателями.</li> </ol> | <p>Корневые системы могут быть стержневыми и мочковатыми. В <i>стержневой</i> корневой системе можно выделить главный корень, особенно на стадии прорастания семени. В <i>мочковатой</i> корневой системе нельзя выделить главный корень даже на стадии прорастания семени</p> | <p>Корнеплоды (репа, морковь); корневые клубни (георгин, батат); придаточные корни-присоски (плющ), воздушные корни (орхидея)</p> <p><b>Виды корней:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Главный (развивается из зародышевого корешка)</li> <li>2. Придаточный (развивается от стебля или листа)</li> <li>3. Боковые (развиваются от главного, придаточного и боковых – ответвление)</li> </ol> |

| Орган   | Функция   | Внешнее строение   | Видоизменения   |
|---|---|--|---|
| <p><b>Побег</b> – стебель и расположенные на нем листья и почки. На побеге место прикрепления листа или почки называется узлом. Расстояние между двумя узлами – междоузлием.</p> <p><b>Подземные:</b> корневище (ландыш), луковица (лук), клубни (картофель).</p> |   |  |   |
| <b>Стебель</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Центральная ось побега.</li> <li>2. Выполняет опорную и проводящую функции.</li> <li>3. Выносит листья к свету, иногда запасает органические вещества и воду, участвует в фотосинтезе (у травянистых растений).</li> <li>4. Орган вегетативного размножения.</li> </ol> | <p>В зависимости от положения в пространстве стебли подразделяют на: прямостоячие (пшеница), ползучие (лапчатка ползучая), вьющиеся (вьюнок), цепляющиеся (плющ). По форме могут быть: цилиндрические, трехгранные, четырехгранные, сплюснутые и т. п.</p> <p>Стебель злаковых растений называется соломина</p>  | <p><b>Надземные:</b> колючки (боярышник), усики (огурец), усы (земляника)</p>   |
| <b>Листья</b>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фотосинтез,</li> <li>2. Испарение воды с целью охлаждения (транспирация) и газообмена.</li> <li>3. У некоторых растений в листьях запасаются органические вещества и вода.</li> <li>4. Является органом вегетативного размножения.</li> </ol>                           | <p>Лист состоит из листовой пластинки, пронизанной жилками, если лист черешковый, он еще имеет черешок, с помощью которого крепится к стеблю. Листья без черешка называются сидячими. Листья могут быть простыми и сложными. <b>Жилкование:</b> сетчатое (дуб), параллельное (рожь), дуговое (подорожник). <b>По иссеченности листовой пластинки:</b> цельные (подорожник), лопастные (клен), рассеченные (тысячелистник) и т. д. <b>По форме:</b> линейные (нарцисс), овальные (яблоня) <b>Листорасположение</b> очередное, мутовчатое, супротивное</p> | <p>Усики (горох), колючки (кактус), приспособления для ловли насекомых (росянка), чешуйки (на корневищах), части цветка (лепестки, тычинки, пестик)</p> |

Таблица 65.

## Растительные ткани

| Название ткани              | Строение   | Местонахождения   | Функции  |
|-----------------------------|--|---|--|
| Образовательная (меристема) | Меристема образована живыми, мелкими, плотно сомкнутыми клетками, с крупным ядром, густой цитоплазмой и мелкими вакуолями                        |   | 1. Участвует в образовании новых клеток и дифференциации этих клеток в клетки других тканей.<br>2. Клетки образовательной ткани постоянно делятся и дифференцируются в клетки постоянных тканей. |
| Первичная верхушечная       |  | Конус нарастания в почках, зародыше семени, на кончиках корней          | 1. Обеспечивает рост органов в длину.<br>1. Благодаря делению клеток и их дифференциации образуются ткани корней, побегов, листьев, цветков.   |
| Вторичная боковая (камбий)  |  | Расположен между древесиной и лубом стеблей и корней                    | 1. Утолщение стебля и корня.   |
| Покровная ткань             |  | Располагается на поверхности  | 1. Предохраняет растение от высыхания и других неблагоприятных воздействий.<br>2. Участвует в процессе дыхания.<br>3. Участвует в обмене веществ между окружающей средой.                        |
| Кожица (эпидермис)          | Состоит из слоя живых, плотно сомкнутых клеток с утолщенной стенкой, без хлоропластов. В кожице листьев и зеленых побегов имеются <b>устьица</b> | Расположена на поверхности листьев, молодых побегов, всех частей цветка | 1. Защита органов от высыхания и микроорганизмов.<br>2. Устьица обеспечивают газо- и водообмен в растениях.  |

| Название ткани                    | Строение   | Местонахождения  | Функции  |
|-----------------------------------|--|--|--|
| Пробка                            | Состоит из мертвых клеток, стенки которых пропитаны жировым веществом – <b>суберином</b>   | Покрывает стебли многолетних растений, корневища, клубни   | 1. Защита от перепадов температур, механических воздействий, вредителей.<br>2. Многослойная пробка образует на поверхности стебля защитный чехол, в котором имеются <b>чечевички</b> для газо- и водообмена. |
| Корка – перидерма                 | Комплекс многослойной пробки и других мертвых тканей, сменяет эпидермис у многолетних растений   | Покрывает нижнюю часть стволов, хорошо выражена у коркового дуба   | 1. Защита от механических повреждений, перепадов температур, вредителей, микроорганизмов.  |
| <b>Основная ткань – паренхима</b> | Основная ткань состоит обычно из живых, тонкостенных клеток, составляющих основу органов   |  | 1. Фотосинтез.<br>2. Запас питательных веществ.<br>3. Различают также воздухоносную и водоносную паренхимы.  |
| Ассимиляционная ткань             | Столбчатая и губчатая ткань листа, содержит хлоропласты  | В основном – в зеленых листьях и молодых побегах   | 1. Фотосинтез<br>2. Газообмен  |
| Запасаящая паренхима              | Состоит из однородных тонкостенных клеток, в которых откладываются белки, жиры, углеводы и другие запасные вещества. Часто имеют крупные вакуоли с клеточным соком | Она находится в стеблях древесных растений (сердцевина), корнеплодах, клубнях, луковицах, плодах и семенах | 1. Накопление запасных питательных веществ.<br>2. Клетки основных тканей способны превращаться во вторичную образовательную ткань, за счет которой происходит вегетативное размножение растений.             |

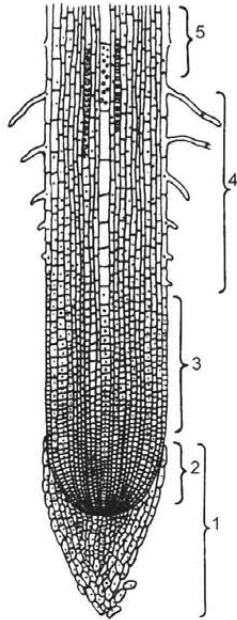


| Название ткани                      | Строение   | Местонахождения   | Функции   |
|-------------------------------------|--|---|---|
| Водоносная паренхима                | Состоит из крупных, рыхло расположенных клеток   | В стеблях и (или) листьях растений засушливого климата (кактусы, алоэ, бутылочное дерево) | 1. Служит для запасаания воды у растений засушливого климата  |
| Воздухоносная паренхима – аэренхима | Клетки аэренхимы образуют крупные воздушные межклетники  | Развивается у водных и болотных растений в стеблях и иногда листьях (рогоз, тростник)     | 2. По межклетникам воздух доставляется к подводным частям растений и обеспечивается аэрация   |
| Проводящая ткань                    | Состоит из вытянутых клеток  | Проводящая ткань является составной частью древесины (ксилемы) и луба (флоэмы)            | Осуществляет транспорт питательных веществ от корня к листьям (восходящий ток), от листьев к корню (нисходящий)   |
| Ксилема (древесина)                 | В состав ксилемы входят <i>сосуды</i> (мертвые вытянутые клетки, лишённые поперечных перегородок, стенки которых пропитаны лигнином, придающим сосудам дополнительную твердость), древесинная паренхима и механическая ткань | Расположена в древесине стебля, проводящей зоне корня, жилках листьев                     | Главная проводящая ткань высших сосудистых растений. Она также участвует в транспорте минеральных веществ (восходящий ток), запасании питательных веществ и выполняет опорную функцию |

| Название ткани | Строение   | Местонахождения   | Функции  |
|----------------|--|---|--|
| Флоэма (луб)   | Состоит из <b>ситовидных</b> трубок с клетками спутниками, лубяной паренхимы и лубяных волокон (механическая ткань). Ситовидные трубки образованы живыми клетками, поперечные перегородки которых пронизаны мелкими отверстиями, образующими «сито». В клетках нет ядер, но они имеют цитоплазму, тяжи которой проходят в соседние клетки через сквозные отверстия в перегородках. Клетки-спутники соединены с ситовидными трубками плазмодесмами и выполняют, скорее всего, трофическую функцию (питание, синтез ферментов и т. д.) | Образует проводящие пучки в лубе вдоль стебля, корня, жилки листьев | Проводит растворенные органические вещества, образованные в листьях (нисходящий ток), в стебель, корень, цветки, плоды |

| Название ткани                 | Строение  | Местонахождения  | Функции   |
|--------------------------------|---|--|---|
| Механическая ткань:<br>Волокна | Клетки механической ткани ( <b>лубяные и древесинные волокна</b> ) имеют толстые утолщенные и одревесневшие оболочки, плотно прилегающие друг к другу | Механические ткани в основном расположены в стебле, в корне имеется только в центре. Окружают сосудистые пучки   | Придает прочность органам растения, противодействует разрыву или излому, образуют каркас, поддерживающий органы растения                              |
| Каменные клетки                | <b>Склерейды</b> – округлые мертвые клетки с очень толстыми одревесневшими оболочками   | Образуют семенную кожуру, скорлупу ореха   | Защищают семена от внешних воздействий  |
| <b>Выделительная ткань</b>     | Состоит из клеток, образующих и выделяющих различные вещества (секреты)   |  | Выделение секрета   |
| Железистые волоски             | Живые клетки образующие длинные выросты – волоски, заполненные жидким секретом  | На поверхности листьев, стеблей (стрекательные клетки крапивы, железистые волоски герани). У основания лепестков | 1. Выделение веществ, защищающих от поедания животными, микроорганизмов, испарения<br>2. Выделение пахучих веществ, привлекающих насекомых-опылителей |
| Нектарники                     | Живые клетки, заполненные сладким содержимым, часто сильно пахнущим   | Цветок (чаще всего у основания лепестков)  | Выделение нектара, привлекающего насекомых-опылителей   |
| Смоляные и млечные ходы        | Мертвые вытянуты клетки, заполненные смолой или млечным соком   | Древесина хвойных, стебель одуванчика, молочая   | Защита от микроорганизмов, повреждений, поедания животными  |

## Внутреннее строение стебля



| Зоны корня  | Строение  | Функции  |
|---|---|--|
| (1) <b>Корневой чехлик</b> – на верхушке растущего корня                              | Покровная ткань – постоянно сдвигающиеся, плотно расположенные клетки   | Обеспечивает защиту кончика корня  |
| (2) <b>Зона деления</b> – под корневым чехликом                                       | Мелкие, активно делящиеся клетки верхушечной образовательной ткани  | Обеспечивает рост корня в длину за счет непрерывного деления клеток  |
| (3) <b>Зона роста</b> (растяжения) – между зоной деления и всасывания                 | Состоит из быстрорастущих, одинаковых клеток  | Клетки впоследствии специализируются, образуя различные ткани  |
| (4) <b>Зона всасывания</b> – перемещается по мере роста корня. Сразу после зоны роста | Характеризуется наличием корневых волосков, образованных клетками покровной ткани   | Корневые волоски поглощают воду и минеральные соли. Клетки продолжают специализироваться   |
| (5) <b>Зона проведения</b> – находится сразу за зоной всасывания                      | Содержит сосуды (мертвые клетки в виде трубочек) и ситовидные трубки (живые клетки, имеющие отверстия в разделяющих их стенках) | Осуществляется транспорт веществ: по сосудам – вода и минеральные вещества вверх (к стеблю и листьям); по ситовидным клеткам – растворенные органические вещества вниз (к корню) |

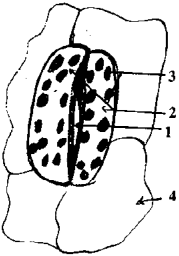
Таблица 62.

## Внутреннее строение стебля

| Слои          | Ткани и клетки   | Функция   |
|---------------|--|---|
| 1. Кора       | Состоит из кожицы, пробки и луба   | Защитная  |
| Кожица        | Однослойная <b>покровная ткань</b> .<br>Образована живыми, плотнорасположенными клетками с утолщенной наружной стенкой. Клетки содержат хлорофилл. Имеются <b>устыца</b> | Защита от пыли, микроорганизмов, перегрева, излишнего испарения.<br>Водо- и газообмен. Имеется в случае травянистых растений и молодых стеблей                        |
| Пробка        | Многослойная <b>покровная ткань</b> .<br>Образована мертвыми, плотнорасположенными клетками с утолщенными оболочками, имеются <b>чечевички</b>                           | Образуется на поверхности зимующих стеблей, защищает от внешних воздействий (колебаний температур, высыхания, вредителей и т. д.)                                     |
| Луб           | Образован двумя видами тканей:<br><b>Механическая</b> – <b>волокна</b> – мертвые вытянутые клетки с толстыми стенками;<br><b>Проводящая</b> – <b>ситовидные трубки</b>   | 1. Придает прочность.<br>2. Проведение растворов органических веществ от листьев к корню  |
| 2. Камбий     | Однослойная <b>образовательная ткань</b> , состоящая из одного слоя делящихся клеток   | Рост стебля в толщину и дифференциация клеток. Наружу откладываются клетки луба, внутрь – древесины   |
| 3. Древесина  | Образована тремя видами тканей;<br><b>Проводящая</b> – <b>сосуды</b>   | Проведение воды и растворенных в ней минеральных веществ (восходящий ток)   |
|               | <b>Механическая</b> – древесные волокна<br><b>Основная</b> – рыхло расположенные клетки, неправильной формы (в случае зеленых стеблей содержит хлорофилл)                | Опорная функция<br>Запасающая в случае видоизменений стебля. Наиболее развита в зеленых стеблях, в этом случае клетки основной ткани участвуют в процессе фотосинтеза |
| 4. Сердцевина | <b>Основная</b> ткань (запасающая) состоит из живых, рыхло расположенных клеток неправильной формы, заполненных различными включениями                                   | Запасаются питательные вещества. Способна превращаться в делящиеся клетки вторичной образовательной ткани, что обеспечивает вегетативное размножение                  |

Таблица 64.

## Внутреннее строение листа

| Ткани листа  | Строение  | Функция  |
|--|---|--|
| Покровная ткань<br> | Верхняя кожица образована плотно прижатыми прозрачными клетками (4), неправильной формы. Часто покрыта кутикулой или волосками  | Обращена к солнцу, защита от внешних воздействий и испарения             |
|  | Нижняя кожица обычно имеет устьица. Устьица образованы двумя замыкающими (2) клетками, стенки которых утолщены с одной стороны, между ними расположена устьичная щель (1). Замыкающие клетки имеют хлоропласты (3). | Расположена с нижней стороны листа. Защита, дыхание и испарение          |
| Основная ткань:  | Плотно лежащие клетки цилиндрической формы с хлоропластами  | Расположена с верхней стороны листа. Служит для фотосинтеза              |
| – столбчатая   |   |  |
| – губчатая   | Округлые клетки с межклетниками, образующими воздушные полости, содержат меньшее количество хлорофилла  | Расположены ближе к нижней стороне листа. Фотосинтез + водо- и газообмен |
| Механическая   | Жилка листа (волокна)   | Упругость и прочность  |
| Проводящая   | Жилка листа:<br>– сосуды  | Ток воды и минеральных веществ от корня                                  |
|  | – ситовидные трубки   | Ток воды и органических веществ к стеблю и корню                         |

## Генеративные органы Строение цветка

Таблица 66.

| Орган   | Строение   | Функция  |
|---|--|--|
| Околоцветник  | <b>Простой</b> состоит из лепестков, отсутствует деление на чашечку и венчик.<br><b>Сложный</b> состоит из венчика и чашечки | Защищает тычинки и пестик, привлекает насекомых, способствует опылению   |
| Чашелистик (в совокупности образуют чашечку цветка)   | Наружные листочки околоцветника чаще всего зеленые, травянистые  | 1. Служат для защиты органов цветка в состоянии бутона<br>2. Иногда бывают окрашенными, способствуют опылению, привлекают насекомых  |
| Лепесток (в совокупности образуют венчик цветка)  | Лепестки должны быть ярко окрашены. Лепестки – видоизмененные листочки.  | 1. Защита главных частей цветка<br>2. Привлечение насекомых, способствуют опылению   |
| Тычинка (Андроцей – совокупность тычинок)   | Состоит из тычиночной нити и пыльника, внутри которого созревает пыльца  | Участие в опылении и оплодотворении. Созревание мужского заростка – пыльцы   |
| Пестик (Гинецей – совокупность плодолистиков, образующих один (простой) или несколько (сложный) пестиков) | Состоит из завязи, столбика и рыльца. Внутри завязи содержатся семязачатки или один семязачаток                              | Рыльце улавливает пыльцу, столбик выносит рыльце, внутри завязи в семязачатках созревают яйцеклетки и происходит двойное оплодотворение. Из завязи развивается плод, из семязачатка – семя |

Таблица 67.

## Виды соцветий

**Соцветие** – совокупность цветков, объединенных на специальном цветоносном побеге.

Часто соцветие содержит видоизмененные листья.

*Простые соцветия* (кисть, простой колос, простой зонтик, корзинка) имеют одну ось.

*Сложные соцветия* (сложный колос, сложный зонтик) – состоят из нескольких простых соцветий, имеют ветвящуюся ось.



**Плод** – образуется из завязи цветка при оплодотворении, являетсяместилищем семян. Состоит из **семени**, образующегося из семязачатка и **околоплодника**, образующегося из стенок завязи.

Таблица 69.

**Типы плодов**

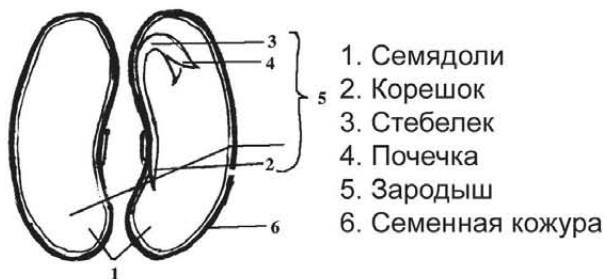
|  |  |
|--|--|
| <p><b>Сухие</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Орех (лещина, фундук)</li><li>• Семянка (подсолнечник, одуванчик)</li><li>• Зерновка (пшеница, рис)</li><li>• Желудь (дуб)</li><li>• Крылатка (клен, береза)</li><li>• Боб (горох, акация)</li><li>• Стручок (капуста, редька)</li><li>• Коробочка (мак, петуния)</li><li>• Листовка (дельфиниум, лютик)</li></ul> | <p><b>Сочные</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Костянка (вишня, абрикос)</li><li>• Ягода (томат, виноград)</li><li>• Яблоко (яблоко, груша)</li><li>• Тыквина (арбуз, тыква)</li><li>• Померанец (апельсин, лимон)</li></ul> |
|--|--|



## Семя

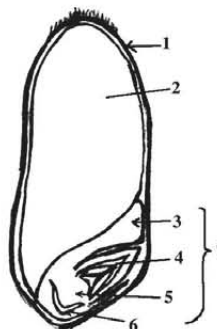
**Семя** – орган размножения цветкового растения, образующийся в результате двойного оплодотворения из семязачатка. Функция семени заключается в защите зародыша, переживание неблагоприятных условий. Запас питательных веществ откладывается в семядолях (в семенах без эндосперма) или в эндосперме.

Рис. 16 Строение семени двудольного растения – семя фасоли



1. Семядоли
2. Корешок
3. Стебелек
4. Почечка
5. Зародыш
6. Семенная кожура

Рис. 17 Строение семени однодольного растения – зерновка пшеницы



1. Околоплодник, сросшийся с семенной кожурой
2. Эндосперм
3. Семядоля
4. Почечка
5. Стебелек
6. Корешок
7. Зародыш

Таблица 68.

### Строение семян однодольных и двудольных растений

| Части семени    | Двудольные растения                             |  | Однодольные растения                             |                     |
|-----------------|---|--|--|---------------------|
| Семенная кожура | Плотная легко отделяется                        |  | Сросшаяся с околоплодником                       |                     |
| Зародыш         | Корешок, стебелек, почечка, <b>две семядоли</b> |  | Корешок, стебелек, почечка, <b>одна семядоля</b> |                     |
| Эндосперм       | Нет эндосперма                                  | Имеется эндосперм, с запасом питательных веществ | Нет эндосперма                                   |                     |
| Примеры         | Фасоль, горох, кабачок                          | Фиалка, томат                                    | Лук, пшеница, ландыш                             | Стрелолист, частуха |

**Половое размножение  
Цикл развития цветкового растения**

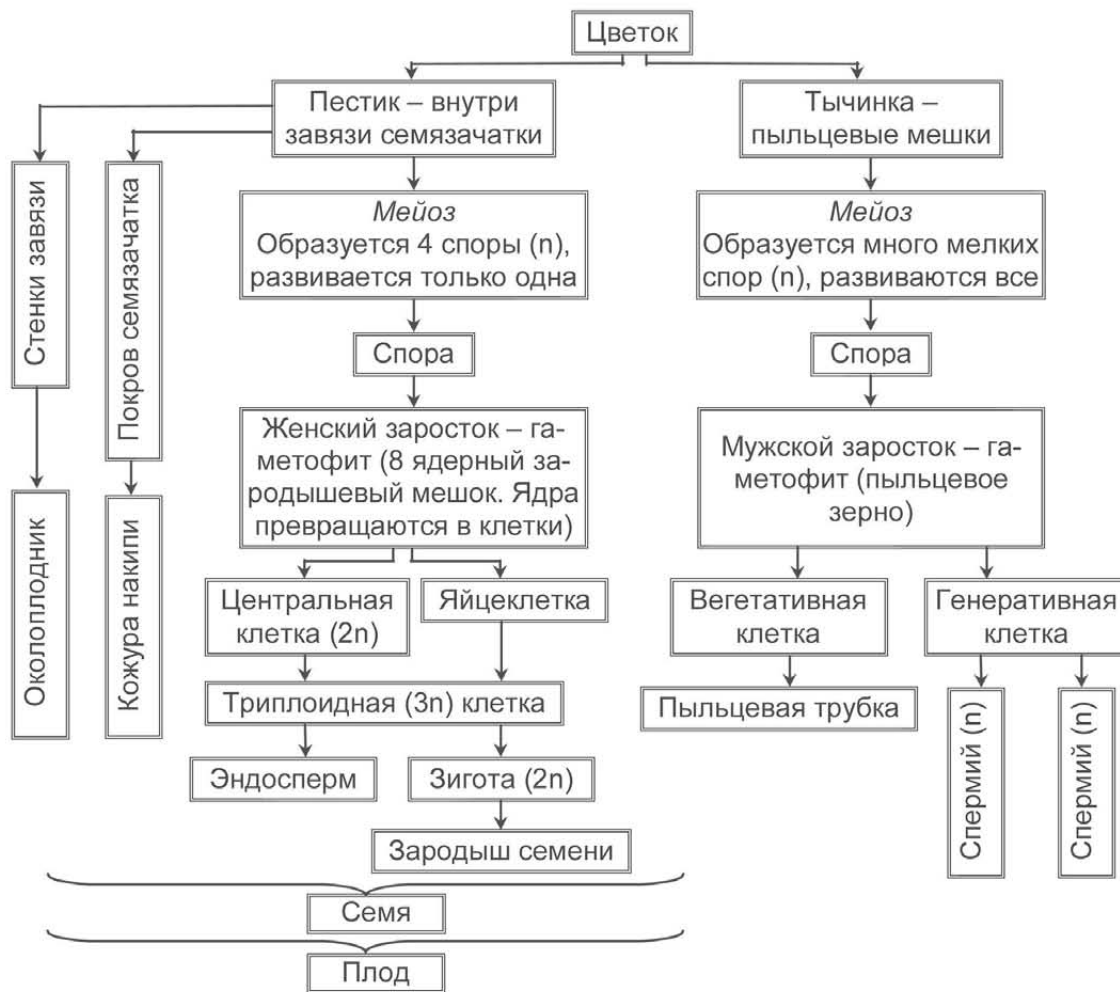


Таблица 71.

## Вегетативное размножение растений



## Часть 3. Царство животные

### Отличие животных и растений

| Признаки                                  | Растения  | Животные  |
|---|---|---|
| Питание                                   | Автотрофное (фотосинтез)  | Гетеротрофное (мертвой органикой – сапрофиты или живой – паразиты)  |
| Строение клетки                           | Есть целлюлозная оболочка, вакуоли, хлоропласты. Нет клеточного центра (только у некоторых одноклеточных)             | Нет оболочки, вакуолей (за исключением пищевых у простейших), хлоропластов. Имеется клеточный центр   |
| Ткани                                     | Образовательная, покровная, проводящая, механическая, основная  | Эпителиальная, соединительная, мышечная, нервная  |
| Органы                                    | <b>Вегетативные:</b> корни, побег (стебель, листья)<br><b>Репродуктивные:</b> цветок, семя, плод                      | <b>Соматические:</b> орг. опорно-двигательной, кровеносной, дыхательной, нервной, пищеварительной, выделительной, покровной, эндокринной с-м.<br><b>Репродуктивные:</b> орг. половой с-мы |
| Запасные вещества                         | Крахмал, белки, жиры  | Жиры, гликоген, белки   |
| Способность к передвижению в пространстве | Перемещаются только жгутиковые одноклеточные. Для многоклеточных характерны тропизмы (фототропизм – движение к свету) | Для большинства животных характерно активное движение   |
| Способность к росту                       | На протяжении всей жизни  | Для большинства животных только в молодости   |
| Активность в поисках пищи                 | Не активны  | В большинстве своем активны   |
| Раздражимость (рефлекс)                   | Отсутствует   | Имеется (раздражимость у всех, высшая нервная деятельность у более высокоорганизованных)  |

Таблица 73.

## Подцарство простейшие

Более 30 000 видов

Организмы, тело которых состоит из одной клетки, являющейся целым организмом. Обладают способностью переносить неблагоприятные условия в виде цист, имеющих специальную защитную оболочку. Обитают в водоемах, почве, многие приспособлены к обитанию в теле других организмов: растений, животных и человека.

| Типы   | Среда обитания   | Особенности строения и жизнедеятельности   | Представители  |
|--|--|--|--|
| Саркодовые или Саркожгути-коносыцы<br>Класс Корненожки | Обитатели пресных водоемов, почвы, некоторые паразиты                                | Не имеют постоянной формы тела. Клетка покрыта клеточной мембраной, цитоплазма имеет все органоиды, ядро, сократительные вакуоли. Образуют органы передвижения – псевдоподии (ложноножки).<br><b>Способ питания</b> – фагоцитоз, пиноцитоз. Вследствие фагоцитоза образуется <b>пищеварительная вакуоль</b> . <b>Выделение</b> происходит через <b>сократительную вакуоль</b> .<br><b>Дыхание</b> (газообмен) осуществляется через наружную клеточную мембрану.<br>Размножение путем деления клетки. | <i>Амеба обыкновенная, Малярийный плазмодий, Дизентерийный плазмодий.</i><br>Встречаются паразиты.                               |
| Класс Жгутиковые (эвглена зеленая)                     | Обитатели пресных водоемов, луж, прудов. Симбионты в кишечнике. Паразитические формы | Имеют постоянную форму тела. Органы передвижения – <b>жгутики</b> . На переднем конце тела имеется <b>светочувствительный глазок</b> . Имеются органеллы сохраняющие хлорофилл – хроматофор. У некоторых имеется клеточный рот и глотка. <b>Способ питания</b> : на свету – <b>фотосинтез</b> , в темноте – <b>пиноцитоз</b> . Пищеварительная вакуоль не образуется.<br>Выделение и газообмен как у Саркодовых.<br>Размножение бесполое и половое – <b>копуляция</b> – слияние двух особей.         | <i>Эвглена зеленая</i><br>Встречаются паразитические формы: <i>лямблии и трипаносомы</i><br>Колониальные формы – <i>вольвокс</i> |

## Подцарство многоклеточные. Беспозвоночные




### Особенности внутреннего строения систем и органов

Таблица 75.

| Тип Кишечнополостные. Насчитывает около 9000 видов. Гидра           |  |
|---|--|
| <b>Строение тела</b>  | Двуслойные, полость тела отсутствует. Радиальная симметрия. Анального отверстия нет. Наружный слой – <i>эктодерма</i> : кожно-мышечные клетки, стрекательные, нервные клетки, промежуточные. Внутренний слой – <i>энтодерма</i> : пищеварительные и железистые клетки. Между слоями располагается мезоглея. На переднем конце тела рот окруженный щупальцами со стрекательными клетками. Задний конец тела – подошва, место прикрепления к субстрату   |
| <b>Пищеварительная с-ма</b>   | Ротовая полость, энтодерма с пищеварительными клетками, способными к фагоцитозу. Пищеварение полостное и внутриклеточное. Пищей служат одноклеточные и мелкие организмы. Непереваренные остатки выбрасываются через рот  |
| <b>Органы дыхания.<br/>Кровеносная с-ма.<br/>Выделительная с-ма</b> | <b>Дыхание</b> всей поверхностью тела<br><b>Кровеносная с-ма</b> отсутствует<br><b>Выделение</b> осуществляется клетками поверхности тела  |
| <b>Нервная с-ма,<br/>органы чувств</b>                              | <b>Диффузного типа</b> . Образована звездчатыми клетками, соединенными отростками. Активно реагирует на пищу и раздражение. <b>Органы чувств</b> не развиты, осязание всей поверхностью, особенно чувствительны щупальца.  |
| <b>Размножение</b>  | Размножение бесполое (почкование) и половое. Животные обоеполые в эктодерме развиваются сперматозоиды и яйцеклетки, оплодотворение перекрестное, осуществляется плавающими в воде сперматозоидами. В результате оплодотворения появляется плавающая личинка – <i>планула</i> , которая передвигается в воде и зимует на дне водоема. У многих морских форм наблюдается чередование <i>полипа</i> – прикрепленного к субстрату и свободноплавающей <i>медузы</i> . Эти формы чередуются друг с другом |

Таблица 77.

## Клетки тела кишечнополостных

| Слой тела | Клетки<br>Рисунки  | Особенности строения  | Функции  |
|-----------|--|---|--|
| Эктодерма |  Кожному-<br>скульная | В основании имеются отростки, содержащие сократимое мускульное волокно  | Составляют основную массу эктодермы, обеспечивают движение тела и его отдельных частей, изменение объема тела, защиту  |
|           |  Чувствительная       | Одним концом обращены наружу, другим прилегают к базальной мембране. Вытянутые с выступающим наружу кончиком  | Восприятие внешних раздражителей   |
|           |  Нервная              | Звездчатые с отростками, лежат между сократительными отростками на базальной мембране. В совокупности образуют диффузную нервную систему  | Передача возбуждения к остальным клеткам организма   |
|           |  Стрекательная        | Крупные клетки, состоящие из стрекательной капсулы с ядром, внутри нее находится спирально свернутая полая стрекательная нить. На поверхности клетки имеется чувствительный волосок | Расположены по всей эктодерме, но наибольшее количество на щупиках и вокруг рта служат для защиты и парализации жертвы |
|           |  Промежуточная      | Мелкие округлые   | Способны к делению и превращению в другие виды клеток, в том числе и в половые. Обеспечивают регенерацию и почкование  |

| Слой тела | Клетки<br>Рисунки  | Особенности строения  | Функции   |
|-----------|--|---|---|
| Эктодерма |  <p>Половые</p>         | <p>Яйцеклетки – крупные округлые, неподвижные. Сперматозоиды – мелкие вытянутые, двигаются с помощью хвостика</p> | <p>Обеспечивают половое размножение, оплодотворение в воде</p>  |
| Энтодерма |  <p>Пищеварительная</p> | <p>Крупные, вытянутые, имеют мускульные волокна, жгутики, способны образовывать ложноножки</p>                    | <p>Перемещение пищи внутри пищеварительной полости. Фагоцитоз – внутриклеточное пищеварение</p>   |
|           |  <p>Железистая</p>      | <p>Крупные, бокаловидные, выделяют различные секреты</p>  | <p>Клетки энтодермы сосредоточены около ротового отверстия, выделяют пищеварительный секрет, обеспечивающий внутриполостное пищеварение. Клетки подошвы выделяют клейкий секрет, для прикрепления к субстрату</p> |



## Тип Плоские черви

Насчитывает 12 500 видов.

### Особенности внешнего и внутреннего строения на примере Белой планарии

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Строение тела</b></p>  | <p><i>Трехслойные</i> многоклеточные животные.<br/> <i>Двусторонняя симметрия тела.</i><br/>                 Передвижение с помощью <i>кожно-мускульного мешка</i> (состоит из эпителия и системы мышечных волокон: кольцевые, диагональные, продольные).<br/>                 Не имеют полости тела. У паразитических форм есть специальные органы прикрепления.</p> |
| <p><b>Пищеварительная с-ма</b></p>   | <p>Состоит из эктодермальной глотки и энтодермальной, слепозамкнутой кишки. Анального отверстия нет, у паразитических форм пищеварительная система редуцирована.</p>  |
| <p><b>Органы дыхания.</b><br/> <b>Кровеносная с-ма.</b><br/> <b>Выделительная с-ма</b></p> | <p><b>Кровеносная</b> и дыхательная системы отсутствуют, дыхание происходит всей поверхностью тела.<br/>                 Появляются органы выделения – протонефридии. <b>Выделительная система</b> представлена системой разветвленных трубочек, которые заканчиваются выделительными порами.</p>   |
| <p><b>Нервная с-ма,</b><br/> <b>органы чувств</b></p>                                      | <p>Нервная система состоит из парного мозгового узла (ганглия) и двух нервных стволов (брюшного и спинного), соединенных многочисленными нервами. У свободноживущих представителей имеются два глаза и осязательные лопасти.</p>  |
| <p><b>Размножение</b></p>  | <p>Гермафродиты. Часто имеются личиночные стадии. Паразитические формы имеют сложный цикл размножения, со сменой хозяев.</p>  |

## Тип Круглые черви

Насчитывает 20 000 видов.

### Особенности строения на примере аскариды человеческой

|   |  |
|---|--|
| <b>Строение тела</b>  | Тело округлое, удлинённое.<br>Имеется <b>первичная полость</b> тела, заполненная жидкостью, в ней расположены внутренние органы.<br>Кожа покрыта кутикулой. Покровы и мышцы образуют кожно-мускульный мешок.   |
| <b>Пищеварительная с-ма</b>   | Пищеварительная система представлена пищеварительной трубкой, начинающейся ротовым отверстием ⇒ глотка ⇒ пищевод ⇒ кишечник (появляется <b>задняя кишка</b> ), <b>анальное отверстие</b> . Желудок отсутствует.<br>У некоторых хищных и паразитирующих червей имеются кутикулярные выросты – <b>зубы</b> . У паразитов растений глотка превращена в колюще-сосущий орган – <b>стилэт</b> . |
| <b>Органы дыхания.</b><br><b>Кровеносная с-ма.</b><br><b>Выделительная с-ма</b> | Кровеносной и дыхательной систем нет.<br><b>Выделительная система</b> представлена одноклеточной железой с двумя каналами, открывающимися в головной части.  |
| <b>Нервная с-ма,</b><br><b>органы чувств</b>                                    | Околوجلоточное кольцо с отходящими стволами. Органы чувств не развиты или развиты слабо, представлены осязательными и светочувствительными клетками.   |
| <b>Размножение</b>  | <b>Раздельнополые</b> , размножение половое, <i>оплодотворение внутреннее</i> . Характерен <b>половой диморфизм</b> . Развитие прямое или через личинку. Яйцо с личинкой на почве ⇒ кишечник человека ⇒ личинка ⇒ кровь ⇒ легкие ⇒ рот ⇒ кишечник ⇒ взрослая аскарида.<br>Встречаются живородящие формы.   |

## Тип Кольчатые черви

Насчитывает 8 000 видов

### Особенности организации Дождевого червя

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Строение тела</b></p>  | <p>Тело вытянутое, круглое, сегментированное. Симметрия двусторонняя, различаются брюшная, спинная стороны тела, передний и задний конец. Имеется <b>вторичная полость тела</b>, выстланная эпителием и заполненная жидкостью. Передвижение с помощью кожно-мускульного мешка.</p>   |
| <p><b>Пищеварительная с-ма</b></p>   | <p>Пищеварительная система – ротовое отверстие ⇨ глотка ⇨ пищевод ⇨ зоб ⇨ желудок ⇨ средняя кишка ⇨ задняя кишка ⇨ анальное отверстие, железы.</p>   |
| <p><b>Органы дыхания.<br/>Кровеносная с-ма.<br/>Выделительная с-ма</b></p> | <p><b>Кровеносная система</b> <b>замкнутая</b>, состоит из <i>сосудов</i>. Имеются более крупные сосуды – <i>сердца</i>, проталкивающие кровь. <i>Кровь</i> содержит <i>гемоглобин</i>. Полостная жидкость обеспечивает связь кровеносной системы с клетками.<br/><b>Дыхание</b> всей поверхностью тела.<br/><b>Выделительная</b> система – в каждом сегменте пара нефридий.</p> |
| <p><b>Нервная с-ма,<br/>органы чувств</b></p>                              | <p>Узлового типа: парный головной ганглий, парные окологлоточные тяжи, соединяющиеся с брюшными. У многих кольчатых червей имеются органы чувств: глаза, обонятельные ямки, органы осязания. У дождевых червей (в связи с подземным образом жизни) органы чувств представлены осязательными и светочувствительным клетками по всей поверхности тела.</p>                         |
| <p><b>Размножение</b></p>  | <p>Раздельнополые или <b>вторичные гермафродиты</b>. Оплодотворение перекрестное, внутреннее (у водных форм в воде). Развитие прямое. У некоторых морских кольчатых червей – с метаморфозом, имеется плавающая личинка. <b>Способны к регенерации</b>.</p>   |

## Тип Моллюски

Насчитывает 130 000 видов

### Особенности организации на примере Прудовик беззубка

|   |  |
|---|--|
| <b>Строение тела</b>  | Двусторонняя симметрия, тело не сегментировано, мягкое, состоит из трех отделов: голова, туловище, нога. Большинство имеет <b>известковую раковину</b> . С внутренней стороны раковины все тело охватывает <b>мантия</b> – кожная складка. Пространство между телом и мантией называется мантийной полостью. В ней находятся органы дыхания, открываются органы выделения, половые протоки и кишечник. |
| <b>Пищеварительная с-ма</b>   | Рот ⇒ глотка ⇒ желудок ⇒ средняя кишка (впадают протоки <b>печени</b> , помогающей в переваривании пищи) ⇒ анальное отверстие.   |
| <b>Органы дыхания.<br/>Кровеносная с-ма.<br/>Выделительная с-ма</b> | <b>Кровеносная система</b> незамкнута, <i>сердце</i> двухкамерное (прудовик) или трехкамерное (беззубка).<br><b>Дыхательная система</b> – <b>жабры</b> (беззубка) и <b>легочные мешки</b> (прудовик).<br><b>Органы выделения</b> – <b>почки</b> .  |
| <b>Нервная с-ма,<br/>органы чувств</b>                              | Нервная система – разбросано-узловатого типа, состоит из <i>нервных узлов</i> , расположенных в голове, ноге, жабрах. У головоногих органы зрения развиты очень хорошо. Брюхоногие имеют глаза и щупальца. Для двухстворчатых характерны осязательные клетки в ноге и по краям мантии.   |
| <b>Размножение</b>  | Брюхоногие – гермафродиты, оплодотворение внутреннее перекрестное, откладывают яйца в воду. Двустворчатые и головоногие – раздельнополые. Оплодотворение перекрестное, внутреннее.   |

**Тип членистоногие** Начитывает 150 000 видов  
**Особенности организации представителей типа**

|   |   |
|---|---|
| <p align="center"><b>Строение тела</b></p>  | <p>Тело сегментировано, <b>конечности</b> членистые, функционально специализированы (для захвата пищи, для передвижения и т. д.), располагаются на разных отделах тела. Движение обеспечивается мышцами. Тело покрыто <b>хитиновым покровом</b>, образующим наружный скелет и выполняющим защитную функцию. В связи с его прочностью и малой растяжимостью, рост членистоногих сопровождается линькой. Выделяют <b>отделы тела</b>: голова, грудь, брюшко. У некоторых представителей (ракообразных, паукообразных) отделы сливаются: голова и грудь, образуя единый отдел – головогрудь.</p> |
| <p align="center"><b>Пищеварительная с-ма</b></p>   | <p>Пищеварительная система: ротовой аппарат ⇒ глотка ⇒ пищевод ⇒ желудок ⇒ передняя, средняя и задняя кишка ⇒ анальное отверстие ⇒ железы. Имеется набор пищеварительных желез (вырабатывающих секрет, улучшающий процессы пищеварения).</p>  |
| <p align="center"><b>Органы дыхания.<br/>Кровеносная с-ма.<br/>Выделительная с-ма</b></p> | <p><b>Кровеносная система</b> незамкнута, имеется пульсирующий сосуд – «сердце», и сосуды (артерии), по которым циркулирует гемолимфа (по своему составу частично сходная по составу с кровью). <b>Дыхательная система</b>: у водных форм – <b>жабры</b>, у наземных – <b>легкие, трахеи</b>. Выделительная система – <b>мальпигиевы сосуды</b> у насекомых и паукообразных, <b>зеленые железы</b>, в основании усиков у ракообразных.</p>  |
| <p align="center"><b>Нервная с-ма,<br/>органы чувств</b></p>                              | <p>Нервная система состоит из надглоточного и подглоточного нервных узлов, соединенных в окологлоточное нервное кольцо, и узлов брюшной нервной цепочки. Многие имеют хорошо развитые органы чувств: фасеточные глаза, органы осязания – механорецепторы, органы слуха.</p>   |
| <p align="center"><b>Размножение</b></p>  | <p>Раздельнополые, <b>половой диморфизм</b> (отличие самца и самки по внешним признакам). Развитие <b>прямое</b> (с неполным превращением) и <b>непрямое</b> (с полным превращением).<br/> <b>Прямое</b>: яйцо ⇒ личинка ⇒ взрослое животное.<br/> <b>Непрямое</b>: яйцо ⇒ личинка ⇒ куколка ⇒ взрослое животное.</p>   |

# Тип Иглокожие

Около 6000 видов

Группа вторичноротых морских донных животных, способных к медленному передвижению или прикрепленных ко дну. Симметрия радиальная, чаще всего пятилучевая. Воднососудистая система дыхания и выделения (представляет собой систему каналов, по которым курсирует вода), Имеется кровеносная система, органы дыхания развиты слабо или отсутствуют, примитивная нервная система. Половое и анальное отверстие расположены на противоположных полюсах тела.

Таблица 84.

## Основные классы иглокожих

| Признаки    | Морские звезды  | Морские ежи   | Голотурии   |
|-------------|---|---|---|
| Образ жизни | Встречаются на разных глубинах, чувствительны к солености воды. Передвигаются с помощью лучей. Питаются донными животными и органическими остатками | Донные малоподвижные животные, обитают на различной глубине. Питаются животной и растительной пищей                       | Донные малоподвижные животные, иногда годами могут оставаться на одном месте. Питаются мелкими донными животными, водорослями, гниющими остатками |
| Покровы     | Состоят из двух слоев: наружного однослойного эпителия и внутреннего соединительнотканного, где развиваются элементы известкового скелета           |   |   |
|             | Скелет образован известковыми пластинками, несущими шипики, расположенными продольными рядами   | Тело морских ежей заключено в известковый панцирь из рядов плотно соединенных пластинок с сидящими на них длинными иглами | Скелет голотурий состоит из мелких известковых телец разной формы, разбросанных по коже   |

| Признаки                 | Морские звезды   | Морские ежи  | Голотурии |
|--------------------------|--|--|-----------|
| Пищеварительная система  | Начинается ротовым отверстием, расположенным в середине нижней поверхности тела, оно ведет в короткий пищевод, за которым следует кишка  |  |           |
|                          | Найдя добычу, морская звезда накрывает ее телом и <b>выворачивает желудок, соки желудка, переваривают пищу.</b> Анальное отверстие лежит на верхней поверхности  | Рот окружен особым <b>челюстным аппаратом с пятью зубами,</b> обращенными наружу |           |
| Кровеносная система      | Обычно состоит из двух кольцевых сосудов: один снабжает рот, другой анальное отверстие; и радиальных сосудов, число которых совпадает с числом щупалец у морских звезд   |  |           |
| Водно-сосудистая система | Образована кольцевым каналом, окружающим пищевод, и 5 радиальными каналами. Каналы дают ответвления к парным ножкам – тонкие трубочки, начинающиеся пузырьками и заканчивающиеся присоской. Вода проникает в систему через канал, фильтруясь через пористую пластинку                                  |  |           |
|                          | Используют систему для передвижения и выделения  | Используют систему для газообмена и выделения                                    |           |
| Размножение              | Большинство раздельнополы, но встречаются и гермафродиты. Развитие происходит с <b>метаморфозом.</b> Личинка двусторонне симметричная, плавает в толще воды. Животные способны к <b>регенерации</b> – восстановлению частей тела. Из небольшого кусочка морской звезды может получиться целый организм |  |           |

## Тип Хордовые

Более 40 000 видов

Группа высокоорганизованных животных с двухсторонней симметрией тела, имеющих внутренний осевой скелет – хорду на разных стадиях развития. Хорда – плотный хрящевой опорный тяж. трехслойное строение, вторичная полость тела, вторичный рот (у более высокоорганизованных животных первичный рот замыкается и на его месте образуется анальное отверстие, а вторичный прорезывается на противоположной стороне).

Нервная система – в виде нервной трубки, расположенной над хордой. Пищеварительная система – пищеварительная трубка, расположена под хордой. Кровеносная система – замкнутая, имеется сердце, расположенное на брюшной стороне тела.

Таблица 85

### Подтип Бесчерепные

| Класс            | Строение тела, покровы                                    | Скелет | Системы органов: пищеварительная, кровеносная, дыхательная, выделительная  | Нервная система, органы чувств   | Размножение развитие   |
|------------------|---|--------|--|--|--|
| Класс Ланцетники | Тело состоит из туловища, хвоста, плавника, покрыто кожей | Хорда  | <b>Пищеварительный канал:</b> рот, глотка, кишечная трубка (от передней части кишечника отходит печеночный вырост), анус.<br><b>Один круг кровообращения,</b> сердца нет, холоднокровные животные.<br><b>Органы дыхания</b> – жаберные щели в глотке.<br><b>Органы выделения</b> – нефридин (выделительные трубочки) | Нервная система в виде нервной трубки.<br>Органы чувств: щупальца, обонятельная ямка | Раздельнополые, оплодотворение наружное. Яичники и семенники расположены по сегментам. Икринки развиваются в воде. Из них выходит свободноплавающая, активнопитающаяся личинка, которая плавает в толще воды и постепенно превращается во взрослую особь |



## Подтип Позвоночные (или Черепные)

Позвоночные ведут более активный образ жизни и имеют более высокий уровень организации систем органов: появляется головной мозг, формируется хрящевой и костный скелет. (возникновение черепа, челюстного аппарата и парных конечностей), появляется сердце, легкие. Жизнедеятельность основана на появлении условных и безусловных рефлексов.

### Надкласс Рыбы Насчитывают 700 000 видов

| Строение тела, покровы  | Скелет   | Системы органов  | Нервная система органы чувств  | Размножение, развитие   |
|---|--|--|--|---|
| Обтекаемая форма тела – приспособление к плаванию в воде. Отделы тела: голова, туловище, хвост, плавники. Тело покрыто кожей, чешуей (костная и плакоидная) и слизью. Чешуя защищает от повреждений и не препятствует изгибанию тела. Слизь уменьшает трение тела о воду при движении | Туловищный и хвостовой отделы позвоночника. Костный череп, Конечности – плавники образованы множеством мелких костей. Шейный отдел отсутствует. Неподвижное сочленение черепа и позвоночника. Внутри позвонков – хрящевые остатки хорды. мускулатура в виде широких лент | <b>Пищеварительная система:</b> рот ⇒ ротовая полость (имеет зубы) ⇒ глотка ⇒ пищевод ⇒ желудок ⇒ кишечник ⇒ анальное отверстие; печень и поджелудочная железа (пищеварительные железы).<br>Плавательный пузырь – вырост кишечника, заполнен воздухом. Способствует поднятию рыбы на поверхность и погружению.<br><b>Один круг кровообращения, сердце двухкамерное</b> , холоднокровные.<br><b>Органы дыхания</b> – жабры, защищены жаберными крышками.<br><b>Органы выделения:</b> почки, 2 мочеточника, мочевой пузырь | Головной мозг, Спинной мозг.<br>Нервы (чувствительные и двигательные).<br>Нервные узлы.<br><b>Органы чувств:</b> орган зрения – глаза, орган обоняния, орган слуха, есть особый орган чувств – <b>боковая линия</b> (воспринимает колебания воды, скорость и направление, течение воды, а также предметы, встречающиеся на пути) | Раздельнополые животные (самка и самец, но встречаются и гермафродиты) (морской окунь), оплодотворение наружное – в воде, называется <b>нерестом</b> .<br>Развитие личинки – малька в воде. У живородящих рыб (гуппи) оплодотворение внутреннее, поэтому зародыш развивается внутри самки до стадии личинки |

## Класс Земноводные или Амфибии

Насчитывает 2 500 видов

| Строение тела, покровы  | Скелет   | Системы органов: пищеварительная, кровеносная, дыхательная, выделительная   | Нервная с-ма, органы чувств  | Размножение развитие  |
|---|--|---|--|---|
| <p>Отделы тела: голова, туловище (у хвостатых – хвост), передние и задние конечности (у бесхвостых – прыгательные). Кожа голая и покрыта слизью, благодаря большому количеству слизистых желез. Кожа участвует в газообмене</p> | <p>В позвоночнике выделяют <i>шейный</i>, туловищный, крестцовый и хвостовой отделы. Череп состоит из черепной коробки и челюсти, содержит много хрящей. <b>Подвижное сочленение черепа</b>, имеется один шейный позвонок. <b>Мышцы</b> развиты хорошо, из-за активного передвижения, появляются ягодичные, бедренные и икроножные мышцы</p> | <p><b>Пищеварительная система</b>, такая же как у рыб. В ротовой полости имеются протоки слюнных желез. Задняя кишка имеет расширение – <b>клоаку</b>. <b>Два круга кровообращения</b>, кровь смешанная, сердце трехкамерное – два предсердия и желудочек. Оба круга кровообращения начинаются от желудочка. Кровь – венозная, артериальная и смешанная. Холоднокровные животные. <b>Органы дыхания</b> парные <b>легкие</b>, в виде мешков с тонкими ячеистыми стенками. Дыхательные пути: ноздри, ротовая полость, гортань, легкие. <b>Имеется кожное дыхание</b>. <b>Выделительная система</b>: Парные почки, мочеточники, клоака, мочевой пузырь. В почках кровь очищается от избытка воды, солей, мочевины, в результате образуется моча</p> | <p>Нервная система представлена головным и спинным мозгом и нервами. Головной мозг состоит из пяти отделов: передний мозг (два полушария), промежуточный, средний, продолговатый, мозжечок (развит слабо). Спинной мозг в канале позвоночника. Органы чувств – глаза с <b>верхними и нижними веками</b>, слуховые отверстия, органы обоняния, имеются ноздри</p> | <p>Размножение у бесхвостых амфибий оплодотворение наружное, в воде, у хвостатых – внутреннее. Оплодотворенные яйца – икра покрываются слизью и <b>развиваются в воде</b>. <b>Развитие с метаморфозом</b>. Личинка лягушки – <b>головастик</b> развивается в воде, похож на рыбу. Через 2–3 месяца превращается в лягушку</p> |

## Класс Пресмыкающиеся или Рептилии

Насчитывает 6 000 видов

| Строение тела, покровы   | Скелет  | Системы органов: пищеварительная, кровеносная, дыхательная, выделительная   | Нервная с-ма, органы чувств  | Размножение развитие   |
|--|---|---|--|--|
| <p>Кожа сухая, практически без желез. Наружные слои эпидермиса ороговевают, образуя роговые чешуйки или костные пластинки, они защищают организм от механических воздействий и высыхания</p> | <p>Хорошо развит <b>шейный отдел позвоночника</b> (шесть позвонков), что обеспечивает подвижность головы. Пояснично – грудной отдел позвоночника соединен ребрами с грудной, <b>образуется грудная клетка</b>, защищающая внутренние органы. Появляются межреберные мышцы, обеспечивающие дыхание</p> | <p><b>Пищеварительная система</b>, сходная с п. с. земноводных, имеются зубы.<br/> <b>Дыхательная система.</b> Дышат кислородом атмосферного воздуха с помощью легких (имеют ячеистое строение), кожное дыхание отсутствует.<br/> <b>Кровеносная система:</b> два круга кровообращения, кровеносная система замкнута. Сердце трехкамерное: два предсердия и желудочек, в нем сформировалась неполная перегородка, что препятствует полному смешиванию крови. У крокодилов сердце четырехкамерное и кровь не смешивается вообще. Пресмыкающиеся холоднокровные животные, обмен веществ медленный.<br/> <b>Выделительная система</b>, как у земноводных</p> | <p>Увеличиваются размеры мозжечка и полушарий головного мозга, <b>возникает первичная кора</b> головного мозга. Более сложное поведение, чем у земноводных. Органы чувств такие же, как у земноводных, орган осязания – язык. У змей имеется орган инфракрасного «видения»</p> | <p>Раздельнополые животные, оплодотворение внутреннее. Яйца откладывают на суше, в связи с этим <b>яйца покрыты плотной защитной оболочкой</b>. Яйца содержат запас питательных веществ, необходимых для развития зародыша. Развитие прямое, нет личиночной стадии</p> |

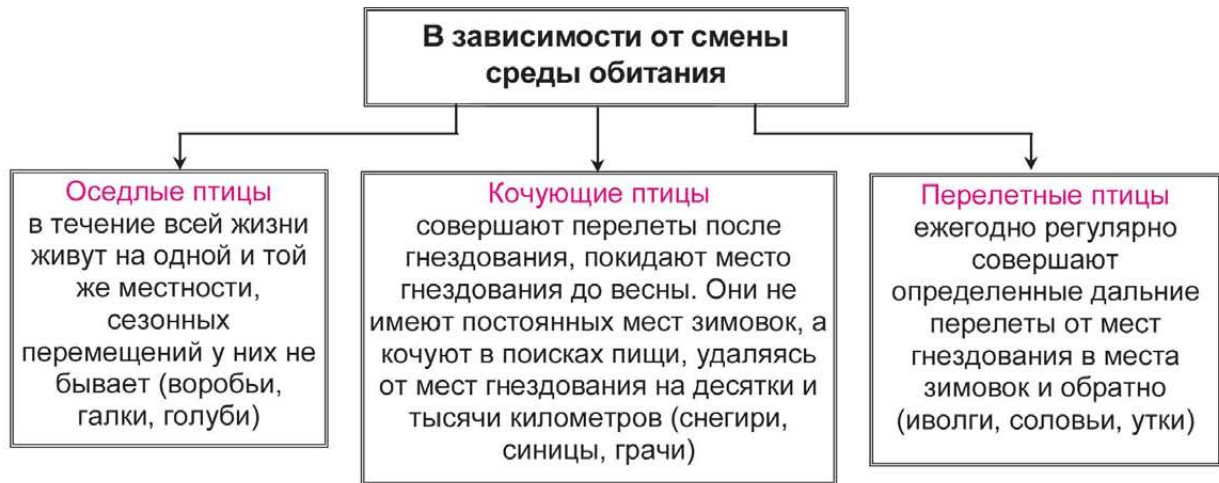
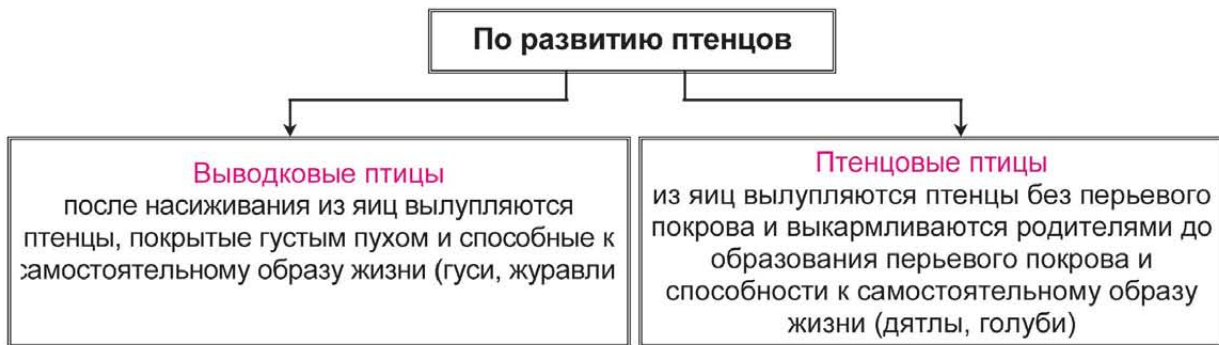
## Класс Птицы

Насчитывает 8 000 видов

**Птицы** – высокоорганизованные позвоночные животные, способные к полету, имеющие высокую интенсивность обмена веществ и постоянную температуру тела

| Строение тела, покровы   | Скелет  | Системы органов   | Нервная с-ма, органы чувств  | Размножение развитие   |
|--|---|---|--|--|
| <p>Обтекаемая форма тела. Отделы тела: голова, туловище, шея, передние конечности – крылья, задние конечности – ноги. Кожа сухая без желез, имеются только сальные железы в основании хвоста у водоплавающих, покрыта роговыми перьями</p> | <p>Скелет сходен по строению с пресмыкающимися. Передние конечности видоизменились в крылья. Появился киль, способствующий полету. Кости легкие, прочные, с воздушными полостями, для облегчения массы тела. Челюстной аппарат преобразовался в клюв. Подвижный шейный отдел позвоночника</p> | <p><b>Пищеварительная система</b> такая же, как у пресмыкающихся. В ротовой полости отсутствуют зубы.<br/> <b>Кровеносная система</b> замкнута, два круга кровообращения, кровь не смешивается, т. к. сердце 4-камерное: два предсердия и два желудочка. Первые <i>теплокровные животные</i>.<br/> <b>Дыхание</b> – двойное, в процессе дыхания участвуют легкие и дыхательные мешки. Выделительная система как у пресмыкающихся, но мочевой пузырь отсутствует</p> | <p>Развитие нервной системы сопровождается <b>увеличением больших полушарий</b> (особенно развиты зрительные и слуховые доли) коры головного мозга и мозжечка, обеспечивающих сложное поведение птиц.<br/>           У птиц хорошо развиты органы слуха и зрения, им свойственно <b>цветное зрение</b></p> | <p>Раздельнополые животные, оплодотворение внутреннее. Развитие прямое. Самки откладывают яйца, содержащие большой запас питательных веществ, необходимых для развития эмбриона. <b>Развита работа о потомстве, гнездование, половое поведение и половой диморфизм</b></p> |

## Классификация птиц



## Класс Млекопитающие

Насчитывает 4 500 видов

**Млекопитающие** – высокоорганизованные позвоночные, основной особенностью которых является вскармливание детенышей молоком. Туловище млекопитающих приподнято над землей, они обладают двухсторонней симметрией. Температура тела постоянна.

| Строение тела, покровы  | Системы органов  | Нервная с-ма, органы чувств   | Размножение развитие  |
|---|--|---|---|
| <p>Отделы тела как у пресмыкающихся.</p> <p>Наличие волосяного покрова на теле, он участвует в процессе терморегуляции.</p> <p>В коже много желез: сальные железы, потовые железы, млечные (видоизмененные потовые), вырабатывающие специальную жидкость для вскармливания детенышей – молоко.</p> <p>У некоторых животных есть пахучие железы, выделяющие секрет, которым они метят территорию</p> | <p>Строение скелета такое же, как у пресмыкающихся. Хорошо развитая мышечная система, особенно мышцы конечностей</p> <p><b>Пищеварительная система</b> как у пресмыкающихся, имеются хорошо развитые зубы, слюнные железы. Вместо клоаки – анальное отверстие. <b>Два круга кровообращения.</b> Сердце четырехкамерное. Эритроциты не имеют ядра, в отличие от эритроцитов земноводных.</p> <p><b>Дышат атмосферным воздухом.</b> Органы дыхания – легкие, состоят из бронхиол (тоненьких трубочек – разветвленных бронхов) и альвеол (пузырьков, стенки которых пронизаны кровеносными сосудами).</p> <p>Имеется мышечная диафрагма, участвующая в процессе дыхания.</p> <p><b>Выделительная система</b> как у пресмыкающихся</p> | <p>Высокая степень развития центральной нервной системы. <b>Появляется кора больших полушарий</b> – имеет складки – извилины, является центром высшей нервной деятельности. Хорошо развиты органы чувств (зрение, слух, обоняние, осязание). Появляется <b>ушная раковина</b>, позволяющая улавливать направление звука</p> | <p>Млекопитающие – раздельнополые животные, оплодотворение внутреннее. Развитие прямое. У самок большинства представителей млекопитающих возникает орган развития и вынашивания плода – <b>матка. Живорождение</b> (за исключением яйцекладущих млекопитающих – ехидны и утконоса.)</p> <p>Развит инстинкт заботы о потомстве</p> |

## Часть IV. Человек

Таблица 92.

### Черты сходства и различия человека и млекопитающих

| Различия   | Сходства   |
|--|--|
| <p><b>Прямохождение:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в скелете человека: резкие изгибы позвоночника, сводчатая стопа, широкий таз, плоская грудная клетка, большой палец нижней конечности приблизился к остальным и принял на себя функцию опоры.</li> <li>• в мышцах: мускулатура нижних конечностей более мощная.</li> <li>• развитие кисти руки, гибкости ее в связи с трудовой деятельностью.</li> <li>• мозговой отдел черепа преобладает над лицевым.</li> <li>• увеличение объема мозга.</li> <li>• человеку свойственна речь как средство общения.</li> <li>• человек обладает сознанием и мышлением.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• млечные, сальные, потовые железы.</li> <li>• волосяной покров.</li> <li>• дифференцированные зубы (резцы, клыки, прикорневые, корневые).</li> <li>• четырехкамерное сердце, сходное строение кровеносной системы.</li> <li>• легочное дыхание, наличие диафрагмы.</li> <li>• сходное строение скелета.</li> <li>• теплокровность, интенсивный обмен веществ и постоянная температура тела.</li> <li>• наличие ушной раковины.</li> <li>• у человека и человекообразных обезьян сходны репродуктивный фактор, группы крови (А, В, С) и человекообразные обезьяны восприимчивы ко многим болезням человека.</li> <li>• человек сходен с животными по биохимическим показателям (химический состав клеток), цитологическим показателям (сходное клеточное строение), по принципу хранения и реализации генетического кода.</li> <li>• внутриутробное развитие зародыша, вскармливание детенышей молоком.</li> <li>• сходство ранних стадий эмбрионального развития.</li> </ul> |

## Ткани организма человека

| Название ткани   | Виды тканей   | Строение ткани   | Местонахождение  | Функции  |
|--|---|--|--|--|
| Эпителий (межклеточное вещество почти полностью отсутствует, клетки плотно прилегают друг к другу) | Плоский<br>              | Клетки плотно прилегают друг к другу, межклеточное вещество обычно не развито  | Поверхность кожи, ротовая полость, пищевод, альвеолы, капсулы нефронов   | Покровная, защитная, газообмен, выделительная (моча)                               |
|  | Железистый<br>           | Клетки не плотно прилегают друг к другу, вырабатывают секрет   | Пищеварительная система (желудок, кишечник, слюнные железы), кожа (потовые железы), железы внутренней секреции | Выделительная  |
|  | Мерцательный<br>         | Плотно прилегающие клетки с многочисленными ресничками,двигающимися в одном направлении                                | Дыхательные пути, маточные трубы   | Защитная (реснички задерживают частички пыли).<br>Продвижение яйцеклетки по трубам |
| Соединительная (сильное развитие межклеточного вещества)   | Плотная волокнистая<br> | Образована пучками коллагеновых волокон без межклеточного вещества, между которыми расположены немногочисленные клетки | Связки, сухожилия, собственно кожа, оболочки сосудов, роговица глаза   | Покровная, защитная, двигательная  |



| Название ткани   | Виды тканей   | Строение ткани  | Местонахождение   | Функции  |
|--|---|---|---|--|
| Соединительная (сильное развитие межклеточного вещества) | Рыхлая волокнистая<br> | Рыхло расположенные звездчатые клетки, переплетающиеся волокна и бесструктурная тканевая жидкость.  | Образует прослойки между органами, проводящие пути нервной системы, подкожную жировую клетчатку | Соединяет кожу с мышцами, заполняет промежутки между органами. Осуществляет терморегуляцию |
|  | Хрящевая<br>           | Живые округлые клетки, лежащие в капсулах, среди плотного и твердого межклеточного вещества, которое можно резать   | Образует хрящи, входящие в состав скелета, гортани, трахеи                                      | Сглаживает трущиеся поверхности костей, защищает от деформации дыхательные пути            |
|  | Костная<br>            | Живые костные клетки – остециты располагаются концентрическими кругами вокруг каналов и связаны между собой плазматическими отростками. Межклеточное вещество твердое (из-за отложения солей кальция) и содержит специальные каналы с кровеносными сосудами и нервами | Образует кости скелета  | Опорная, двигательная, защитная  |

| Название ткани  | Виды тканей  | Строение ткани  | Местонахождение   | Функции  |
|---|--|---|---|--|
| Соединительная (сильное развитие межклеточного вещества)  | <p>Кровь и лимфа</p>        | Жидкая соединительная ткань, состоит из форменных элементов (клеток) и жидкого межклеточного вещества (плазмы)  | Внутренняя среда организма. Кровеносная и лимфатическая системы | Транспортная (разносят кислород и углекислый газ), обеспечивает постоянство внутренней среды организма. Защитная (иммунитет). Регуляторная (гуморальная) |
| Мышечная (состоит из вытянутых клеток — мышечных волокон) | <p>Поперечно-полосатая</p>  | Состоит из пучков многоядерных волокон (клеток), длиной от 1 до 40 мм. Имеет полосатую исчерченность благодаря чередованию светлых и темных дисков    | Скелетные мышцы, прикреплены к костям скелета                   | Произвольные движения тела, мимика лица. Имеет свойства возбудимости и сократимости  |
|   | <p>Сердечная</p>            | Имеет полосатую исчерченность, но ее волокна ветвятся и образуют единую сеть, что обеспечивает одновременное сокращение и расслабление мышечной массы | Образует основную массу сердца                                  | Непроизвольные сокращения сердечной мышцы (автоматия сердца) под руководством вегетативной нервной системы   |

| Название ткани  | Виды тканей   | Строение ткани  | Местонахождение   | Функции  |
|---|---|---|---|--|
|   | Гладкая<br>                  | Лишена поперечной исчерченности и образована небольшими веретенообразными клетками, имеющими только одно ядро             | Образуют мышечные слои внутренних органов (пищеварительные органы, сосуды, матка, мышцы кожи) | Непроизвольные сокращения стенок внутренних органов через посредство высшей нервной системы            |
| Нервная (обладает свойствами возбудимости и проводимости) | Нервные клетки – нейроны<br> | Тела нервных клеток разнообразны по форме, диаметр до 0,1 мм. Клетки имеют отростки: короткие – дендриты, длинный – аксон | Образуют серое и белое вещество головного и спинного мозга                                    | Высшая нервная деятельность, связь организма с внешней средой, центры условных и безусловных рефлексов |

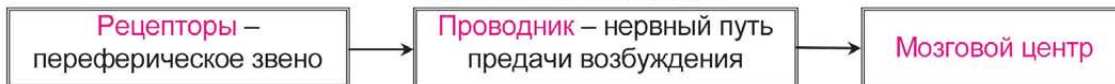
# Системы органов человеческого организма

## Отделы нервной системы



## Анализаторы

### Строение анализатора



| Название анализатора         | Строение  | Функции   |
|------------------------------|---|---|
| Зрительный анализатор – глаз | <b>Вспомогательная система:</b><br>брови, веки, слезный аппарат, глазодвигательные мышцы  | Защищают от пыли и других мелких частиц, от солнечного света. Слезы, увлажняя глаз, смывая посторонние частички и согревая его. Мышцы обеспечивают движение глазного яблока   |
|                              | <b>Оболочки глаза:</b><br>Фиброзная оболочка: склера; сосудистая. Сетчатка – <b>световоспринимающая система</b> (внутренняя оболочка, состоящая из <b>фоторецепторов</b> – палочек и колбочек. В сетчатке есть место, не содержащее рецепторов, оно называется <b>слепым пятном</b> , в этом месте отходит <b>зрительный нерв</b> ) | Защищает глаз от химических и механических воздействий<br>Восприятие и преобразование света в нервные импульсы. <b>Палочки</b> – рецепторы сумеречного света, <b>колбочки</b> – рецепторы цветного зрения, сосредоточены в центре сетчатки и образуют <b>желтое пятно</b> . <b>Колбочки</b> обеспечивают дневное зрение, они способны воспринимать цвета. |
|                              | <b>Оптическая система:</b> роговица, радужная оболочка, зрачок, хрусталик, стекловидное тело, водянистая влага  | Преломляет и пропускает лучи света. Цвет радужки определяет цвет глаз.<br>Регулирует поступление лучей света внутрь глаза.<br>Стековидное тело поддерживает форму глазного яблока, участвует в преломлении лучей света и фокусировании их на сетчатку.  |

| Название анализатора      | Строение  | Функции   |
|---------------------------|---|---|
| Слуховой анализатор – ухо | <b>Наружное ухо:</b> ушная раковина – хрящевая, неподвижная, барабанная перепонка   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Защищает ухо, улавливает звуки и их направление</li> <li>• Соединяет ушную раковину и среднее ухо. Проводит звук</li> <li>• Звуковые волны проходят через наружное ухо в среднее ухо</li> </ul>              |
|                           | <b>Среднее ухо:</b> узкая (барабанная) полость заполненная воздухом, в которой расположены слуховые косточки: молоточек, наковальня, стремечко, подвижно соединенные между собой, слуховая (евстахиева) труба   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проводит слуховые колебания</li> <li>• Молоточек воспринимает колебания, передает их на наковальню и стремечко</li> <li>• Соединяет среднее ухо с носоглоткой, обеспечивает выравнивание давления</li> </ul> |
|                           | <p><b>Внутреннее ухо</b> представляет собой полость, заполненную жидкостью. Во внутреннем ухе выделяют орган слуха и орган равновесия</p> <p><b>Орган слуха:</b> улитка – система лабиринтов, извилистых каналов. Посередине улитки проходит перепончатая перегородка, состоящая из 24 000 туго натянутых волокон различной длины. На волоконцах располагаются цилиндрические клетки с волосками, образующие кортиева орган – слуховой рецептор. Система лабиринтов заполнена жидкостью, а также там находятся слуховые рецепторы</p> | Овальное окно передает колебания от стремечка через жидкость внутреннего уха на волоконца улитки. Колебания жидкости внутреннего уха преобразуются слуховыми рецепторами в нервные импульсы   |

| Название анализатора                          | Строение  | Функции   |
|---|---|---|
| Анализатор равновесия (вестибулярный аппарат) | Состоит из трех полукруглых каналов и преддверия, которое делится на два углубления – сферическое и эллиптическое. В каждом углублении располагаются мешочки. Внутри мешочков находится особая жидкость – <b>эндолимфа</b> . На стенках мешочков есть клетки – рецепторы  | Вестибулярный аппарат постоянно информирует нервную систему о положении тела в пространстве и способствует поддержанию равновесия и положения тела в пространстве |
| Обонятельный анализатор                       | Орган обоняния состоит из ноздрей, <b>носовой полости</b> и скопления <b>обонятельных рецепторов</b> . Они располагаются в верхней части носовой полости  | Восприятие раздражений газообразных химических веществ. Благодаря органу обоняния человек способен воспринимать запахи и различать их                             |
| Вкусовой анализатор                           | На поверхности языка мягкого неба, зева, глотки расположены вкусовые рецепторы в виде <b>вкусовых сосочков (почек)</b> . Вкусовые рецепторы воспринимают 4 вкуса: кислый, соленый, горький, сладкий. На кончике языка расположена зона, воспринимающая <b>сладкое</b> . На задней поверхности (в основании корня) – зона, воспринимающая <b>горькое</b> . На боковой и передней поверхности – зона, воспринимающая <b>соленое</b> . И зона, воспринимающая <b>кислое</b> , – на боковой поверхности языка | Восприятие вкуса и формирование вкусовых ощущений. Вкус – сложное ощущение, оно возникает при принятии пищи одновременно с запахом                                |

## Эндокринная система

### Железы внутренней секреции

Таблица 96.

| Железы                   | Расположение  | Гормоны и их функция  |
|--------------------------|---|---|
| <b>Гипоталамус</b>       | Отдел промежуточного мозга  | Выделяет <b>нейрогормоны</b> ( <b>вазопрессин</b> , <b>окситоцин</b> ). Регулируют секрецию гипофизарных гормонов   |
| <b>Гипофиз</b>           | Расположен ниже моста промежуточного мозга, вырост в виде горошины, состоит из передней, промежуточной, задней частей                 | <p><b>Ростовые</b> (тропные): соматотропный гормон регулирует рост. Гиперфункция: в молодом возрасте вызывает болезнь гигантизм. Во взрослом состоянии – акромеглию. Гипофункция – заболевание карликовость.</p> <p><b>Регуляторные:</b> <b>гонадотропные</b> гормоны регулируют деятельность половых желез, <b>пролактин</b> – усиливает выработку молока молочными железами, <b>тиреотропный</b> гормон регулирует работу щитовидной железы, <b>адренокортикотропный</b> гормон усиливает синтез гормонов коры надпочечников.</p> |
| <b>Эпифиз</b>            | Вырост промежуточного мозга   | Выделяет гормон <b>мелатонин</b> , тормозящий действие гонадотропных гормонов   |
| <b>Щитовидная железа</b> | Расположена поверх щитовидного хряща гортани, в виде двух долей, состоящих из пузырьков   | <b>Иодосодержащие</b> гормоны: <b>тироксин</b> и <b>трийодтиронин</b> , влияющие на окислительные процессы, регулирующие обмен всех веществ в организме, рост, развитие организма, влияют на деятельность центральной нервной системы.  |
| <b>Надпочечники</b>      | Парные железы, расположены над верхней частью почек. Состоят из двух слоев: наружный – <b>корковый</b> и внутренний – <b>мозговой</b> | <p><b>Корковый слой</b> надпочечников вырабатывает 3 группы гормонов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• глюкокортикоиды: <b>кортизон</b> и <b>кортикостерон</b>, влияющие на обмен веществ и стимулирующие образование гликогена;</li> <li>• минералокортикоиды – <b>альдостерон</b>, регулирует обмен калия и натрия;</li> <li>• половые гормоны: <b>андрогены</b>, <b>эстрогены</b>, <b>прогестерон</b> обеспечивают развитие вторичных половых признаков</li> </ul>   |



| Железы                      | Расположение  | Гормоны и их функция  |
|-----------------------------|---|---|
| <b>Надпочечники</b>         | На верхних полюсах почек  | <b>Мозговой слой</b> надпочечников вырабатывают <b>адреналин</b> и <b>норадреналин</b> , повышают кровяное давление, расширяют коронарные сосуды сердца и повышают уровень сахара в крови   |
| <b>Поджелудочная железа</b> | Расположена ниже желудка. Железа <b>смешанной секреции</b> , эндокринной частью железы являются островки <b>Лангерганса</b> , расположенные по всей железе неравномерно | Одни клетки островков вырабатывают гормон <b>инсулин</b> , снижающий уровень глюкозы в крови и стимулирующий печень на превращение глюкозы в гликоген. Другие клетки вырабатывают гормон <b>глюкагон</b> , повышающий уровень глюкозы в крови и стимулирующий быстрое расщепление гликогена до глюкозы  |
| <b>Половые железы</b>       | Смешанные железы (парный орган), у женщин – <b>яичники</b> , а у мужчин – <b>семенники</b>  | Вырабатывают гормоны: <b>эстрогены</b> (женские половые гормоны) и <b>андрогены</b> (мужские половые гормоны), влияют на развитие вторичных половых признаков и обеспечивают половую функцию организма. У женщин и мужчин вырабатываются оба гормона, только в зависимости от пола количество вырабатываемого гормона разное. Половые железы у женщин (клетки желтого тела) вырабатывают <b>прогестерон</b> – гормон беременности, он задерживает развитие фолликул и способствует внедрению оплодотворенной яйцеклетки в слизистую оболочку матки, стимулирует рост молочных желез |

## Система опоры и движения

### Состав костей

Таблица 106.

| Химический состав   | Функции                                       |
|---|---|
| Органические вещества – 30%   | Придают костям эластичность и упругость       |
| Неорганические вещества:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• минеральные соли (главным образом соли кальция, фосфора и магния) – 60%;</li> <li>• вода – 10 %</li> </ul> | Минеральные вещества придают костям прочность |

Таблица 107.

### Строение кости

| Части кости         | Строение   | Функции   |
|---------------------|--|---|
| Надкостница         | Образована соединительной тканью, пронизанной большим количеством кровеносных сосудов и нервов. Она срастается с костью  | Защитная функция, питание клеток кости, снабжена рецепторами болевой чувствительности. Клетки внутреннего слоя надкостницы постепенно делятся, образуя новые костные клетки, тем самым обеспечивая рост кости в толщину |
| Компактное вещество | Расположено под надкостницей, состоит из пластинок, которые располагаются плотно прилегая друг к другу. Они имеют цилиндрическую форму и как бы вставлены одна в другую                                  | Обеспечивает костям большую прочность и легкость  |
| Губчатое вещество   | Костные пластинки в нем расположены рыхло, по направлениям наибольшей нагрузки. Промежутки между ними заполнены красным костным мозгом (в коротких плоских костях и в эпифизах длинных трубчатых костей) | Делает кость легкой и прочной. Красный костный мозг выполняет <b>кровообразующую функцию</b>  |

Таблица 109.

## Скелет человека

В скелете человека более 200 костей. Скелет поделен на отделы: скелет головы, скелет туловища, скелет верхних конечностей и скелет нижних конечностей.

| Отделы скелета                         | Кости  | Тип костей          | Характер соединения   |
|--|--|---------------------|---|
| <b>Скелет головы (череп) 29 костей</b> |  |                     |   |
| Мозговой отдел                         | Большая непарная лобная кость – спереди, височные кости – с боков, теменные кости – сверху и непарная затылочная кость – сзади. Затылочная кость имеет отверстие (затылочное отверстие, через которое соединяются спиной и головной мозг)  | Плоские кости       | Неподвижное (швы)   |
| Лицевой отдел                          | Верхняя и нижняя челюсть, небные, скуловые, носовые, слезные и другие кости. Всего в лицевом отделе насчитывается 15 костей. Верхнечелюстная и нижнечелюстная кости имеют ячейки, куда входят корни зубов  | Плоские             | Неподвижное, кроме нижней челюсти, образующей подвижное соединение с костями черепа   |
| <b>Скелет туловища</b>                 |  |                     |   |
| Позвоночник                            | Образован из 33–34 позвонков: 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 4–5 копчиковых позвонков. Крестцовые позвонки срастаются и образуют крестец. Каждый позвонок имеет тело и несколько отростков, отростки, соединяясь, образуют дугу. Между телом и дугой находится отверстие, отверстия позвонков образуют позвоночный канал, где находится спиной мозг. | Короткие, смешанные | Полуподвижное. Между позвонками (телами позвонков) находятся прослойки из хрящевой ткани, это придает позвоночнику гибкость и упругость |

|                           |   |                              |               |
|---------------------------|---|------------------------------|---------------|
| Грудная клетка            | Образована 12 парами ребер и грудиной. Плоские дугообразные ребра подвижно сочленяются с грудными позвонками позвоночника и спереди 10 пар верхних ребер соединяются гибкими хрящами с грудиной. Движение ребер участвует в дыхательных движениях   | Короткие, смешанные, плоские | Полуподвижное |
| <b>Скелет конечностей</b> |   |                              |               |
| Верхние конечности        | <b>Пояс верхних конечностей</b> состоит из пары лопаток и пары ключиц. Ключицы одним концом сочленены с лопатками, другим соединяются с грудиной  | Плоские                      | Подвижное     |
|                           | <b>Скелет верхних конечностей</b> образован <b>плечевой костью</b> , соединенной с лопаткой, <b>предплечьем</b> , состоящим из лучевой и локтевой костей, и <b>кистью</b> . Кисть образована двумя рядами коротких косточек запястья (8 костей), костями пястья (5 костей) образующими опору ладони и косточками пальцев (14).  | Трубчатые и короткие         | Подвижное     |
| Нижние конечности         | <b>Пояс нижних конечностей</b> состоит из двух массивных плоских <b>тазовых костей</b> . Каждая тазовая кость состоит из трех сросшихся костей – <b>подвздошной, седалищной и лобковой</b> . Тазовые кости вместе с крестцом образует таз, защищающий внутренние органы брюшной полости   | Плоские                      | Неподвижное   |
|                           | <b>Скелет нижних конечностей</b> образован <b>бедренной костью, голенью</b> , состоящей из <b>большой и малой берцовых</b> костей и стопы. Стопа образована двумя рядами <b>костей предплюсны</b> (7), одна из них – пяточная кость, <b>плюснами</b> (5) и косточками пальцев (14). Кости нижних конечностей соединены подвижно | Трубчатые, длинные           | Подвижное     |

## Мышечная система

### Основные группы мышц

Таблица 110.

| Название мышц  | Прикрепление мышц<br>Особенности строения и физиологии  | Функции   |
|--|---|---|
| <b>Мышцы головы:</b><br>жевательные                                      | Располагаются по четыре с каждой стороны головы. Прикрепляются одним концом к височной кости, другим – к челюсти                        | При сокращении приводят в движение нижнюю челюсть, обеспечивая процесс жевания  |
| мимические: круговые мышцы рта и глаза, щечная, надчерепная              | Лежат под кожей лица, одним концом прикрепляются к костям черепа, другим – к коже. Круговая мышца рта крепится только к коже            | При сокращении сдвигают кожу, образуют складки и борозды, формируя мимику лица. Открывают и закрывают рот, глаза                        |
| <b>Мышцы шеи:</b><br>подкожная грудинно-ключично-сосковидная, лестничная | Прикрепляются к черепу и костям скелета (грудине, ключице)  | Поддерживают голову в равновесии, участвуют в движениях головы и шеи, процессах глотания и произнесения звуков. Опускают нижнюю челюсть |
| <b>Мышцы туловища:</b><br>мышцы спины:                                   | Расположены в несколько слоев, прикрепляются к костям скелета. Делятся на глубокие и поверхностные мышцы спины                          | Участвуют в движении позвоночника назад и в стороны (глубокие), движении головы, верхних конечностей и грудной клетки                   |
| мышцы грудных стенок:  | Большая и малая грудные, передняя зубчатая прикрепляются к ребрам лопатке и плечевой кости. Межреберные мышцы расположены между ребрами | Межреберные мышцы и <b>диафрагма</b> обеспечивают дыхательные движения: остальные участвуют в движении руки и дыхании                   |

| Название мышц  | Прикрепление мышц<br>Особенности строения и физиологии  | Функции   |
|--|---|---|
| мышцы живота:  | Прикреплены к костям скелета  | Образуют стенки брюшной полости, защищают внутренние органы. Участвуют в дыхании, работе внутренних органов |
| мышцы конечностей:<br>мышцы верхних конечностей:     | Прикрепляются к костям пояса верхних конечностей и к костям свободных конечностей.            | Обеспечивают движения рук   |
| мышцы нижних конечностей:                            | Прикрепляются к костям пояса нижних конечностей и к костям свободных нижних конечностей.      | Обеспечивают движения ног   |
| <b>Мышцы внутренних органов:</b><br>сердечная мышца  | Не прикреплены к костям, образованы сердечной мышечной тканью. Непроизвольный характер работы | Сокращение сердца   |
| мышцы стенок сосудов, кишечника, желудка, мышцы кожи | Образованы гладкой мышечной тканью, произвольный характер работы                              | Обеспечивают сокращение стенок внутренних органов, движение крови по венам, пищевой массы в кишечнике       |

Таблица 111.

## Внутренняя среда организма

| Вид                              | Состав<br>Местонахождение   | Место<br>образования   | Функции   |
|----------------------------------|---|--|---|
| Тканевая (межклеточная) жидкость | Находится в межклеточных пространствах. Объем тканевой жидкости человека составляет ~ 26,5% от массы тела. Она специфична по своему составу для различных тканей и органов, но при этом характеризуется постоянством состава. Вода, растворенные в ней органические и неорганические вещества, O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , продукты обмена, выделившиеся из клеток | Образуется из плазмы крови, проникающей через стенки капилляров и конечных продуктов обмена веществ  | Из тканевой жидкости клетки получают питательные вещества, а отдают продукты обмена веществ. Частично тканевая жидкость поступает в кровь, частично в лимфу |
| Лимфа                            | Полупрозрачная жидкость, циркулирующая в <b>лимфатической системе</b> . Лимфа содержит в 3–4 раза меньше белков, чем плазма крови, состоит из лимфоплазмы (вода, белки 1–2%, 2% жиров и другие вещества) и форменных элементов: лимфоцитов и лейкоцитов   | Образуется из тканевой жидкости, всосавшейся через стенки лимфатических капилляров. Лимфоциты – в лимфатических узлах                                      | Участвует в процессе иммунитета, защищает организм от болезнетворных микроорганизмов. Фильтрует и обеззараживает тканевую жидкость                          |
| Кровь                            | Находится в кровеносных сосудах. Не вся кровь циркулирует по телу, часть крови ~ 40% находится в депо крови, в капиллярах и венах печени и селезенки. Жидкая соединительная ткань, состоящая из жидкой части – плазмы (90–92% воды, белки, жиры, глюкоза, минеральные соли) и форменных элементов (50–50% от объема крови): эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов          | Образуется за счет поглощения организмов органических и неорганических веществ. Форменные элементы в селезенке, красном костном мозге, лимфатических узлах | Взаимосвязь всех органов в целом с внешней средой, питательная, выделительная, защитная, регуляторная   |

**Иммунитет** – способ защиты организма от болезнетворных микроорганизмов за счет выработки антител.

## Виды иммунитета

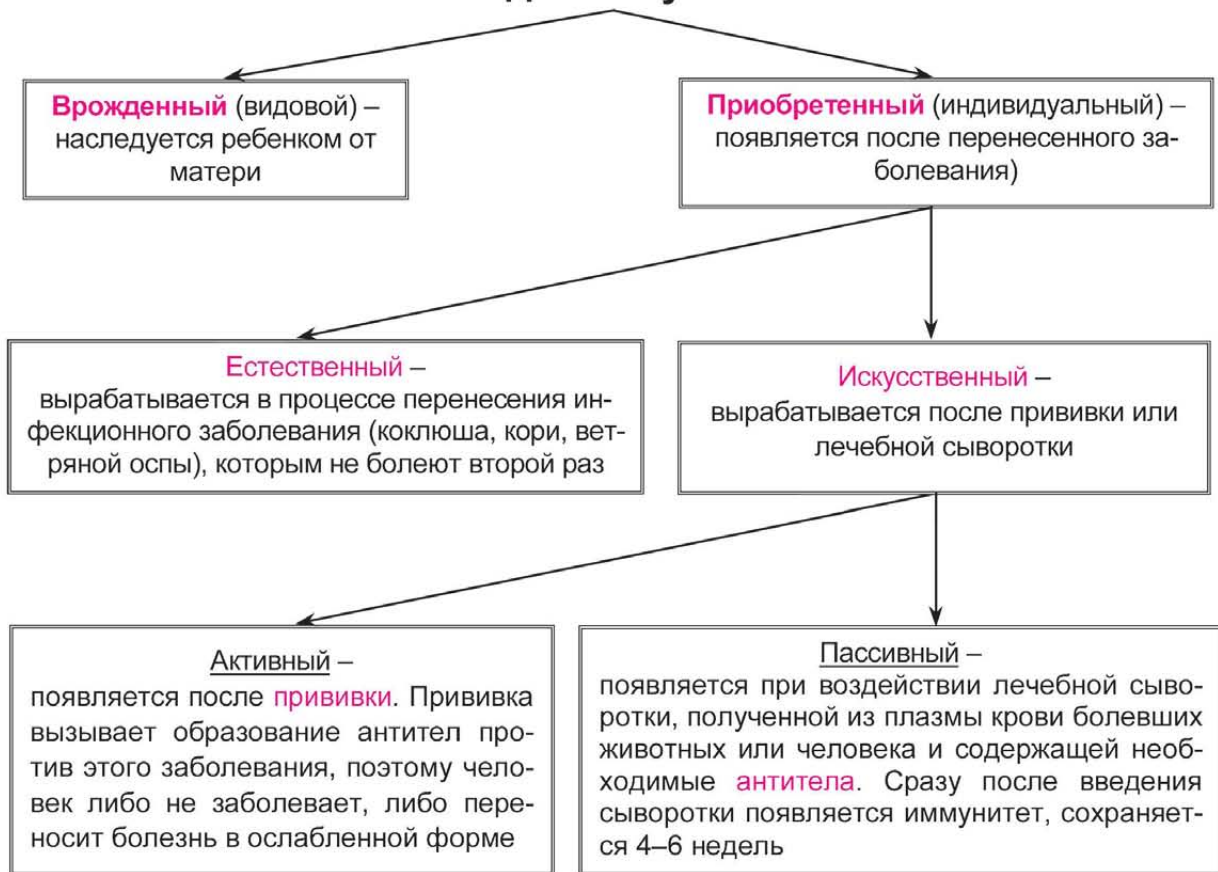




Таблица 114.

## Кровеносная система

| Органы    | Строение   | Функции   |
|-----------|--|---|
| Сердце    | Полый мышечный орган, состоящий из 4-х камер – <b>двух предсердий</b> (левого и правого) и <b>двух желудочков</b> (левого и правого). Стенка сердца состоит из 3-х слоев: эпикард, миокард, эндокарт. Предсердия и желудочки связаны между собой предсердно-желудочковыми отверстиями. Отверстия закрываются <b>створчатыми клапанами</b> . Кроме створчатых клапанов сердце имеет <b>полулунные клапаны</b> в виде трех кармашков | Перекачивание крови   |
| Артерии   | Сосуды по которым кровь течет от сердца к органам. Самая крупная артерия – <b>аорта</b> . По мере удаления от сердца артерии ветвятся и становятся тоньше, переходят в капилляры   | По артериям течет артериальная кровь, насыщенная кислородом   |
| Вены      | Сосуды, по которым кровь движется к сердцу от органов. Мелкие и средние вены снабжены клапанами, препятствующими обратному току крови по сосудам   | По венам течет венозная кровь, насыщенная углекислым газом  |
| Капилляры | Мелкие кровеносные сосуды, артериальные капилляры переходят в венозные капилляры. Стенка капилляров состоит из одного слоя плоских клеток эндотелия (эпителиальная ткань). Толщина стенки капилляра ~ 0,005 мм или 5 мкм. В мембранах клеток стенки капилляров есть многочисленные отверстия, облегчающие прохождение веществ через стенку капилляров в процессе обмена веществ  | Через стенки капилляров осуществляются обменные процессы между кровью и тканью. Скорость движения крови в капиллярах – $0,5 \cdot 10^{-3}$ м/с (0,5–1,2 мм/с) |

Таблица 114.

## Круги кровообращения

| Круг кровообращения         | Схема движения крови   |
|-----------------------------|--|
| Большой круг кровообращения | Левый желудочек ⇒ аорта ⇒ артериальные капилляры (верхние и нижние конечности, внутренние органы, сердечная мышца, мозг) ⇒ венозные капилляры (собирают кровь от нижней части туловища и от всех непарных органов брюшной полости) ⇒ воротная вена (образует сеть капилляров в печени, где происходит дезинтоксикация крови) ⇒ верхняя и нижняя полая вена ⇒ правое предсердие. <b>Круговорот крови происходит за 23 минуты.</b> |
| Малый круг кровообращения   | Правое предсердие ⇒ правый желудочек ⇒ легочные артерии (правое и левое легкое, где венозная кровь переходит в артериальную, отдает углекислый газ и насыщается кислородом) ⇒ легочные вены ⇒ левое предсердие. <b>Круговорот крови происходит за 4 секунды</b>  |

Таблица 115.

## Сердечный цикл

| Фазы | Предсердия              | Желудочки               | Длительность фазы | Движение крови   |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------------|--|
| I    | Сокращение (систола)    | Расслабление (диастола) | 0,1 с             | Из предсердий кровь движется в желудочки через створчатые каналы   |
| II   | Расслабление (диастола) | Сокращение (систола)    | 0,3 с             | Из желудочков кровь движется в аорту и легочную артерию (она расходится на две артерии) через полулунные клапаны |
| III  | Расслабление            | Расслабление            | 0,4 с             | Кровь частично из предсердий поступает в желудочки   |

## Регуляция работы сердца



## Дыхательная система

### Значение дыхания

1. Обеспечение организма кислородом ( $O_2$ ) и использование его в окислительно-восстановительных реакциях.
2. Окисление (распад органических соединений с освобождением энергии, необходимой для осуществления процессов жизнедеятельности (физиологических процессов)).
3. Образование и удаление из организма избытка углекислого газа ( $CO_2$ ).
4. Удаление некоторых конечных продуктов обмена веществ. Например: паров воды, сероводорода, аммиака и других газов.

### Виды дыхания

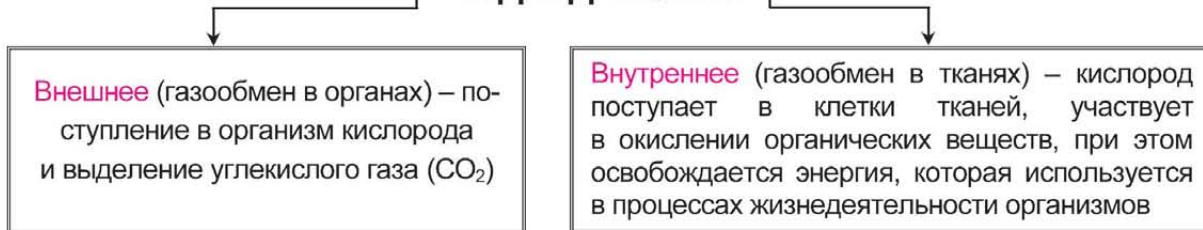


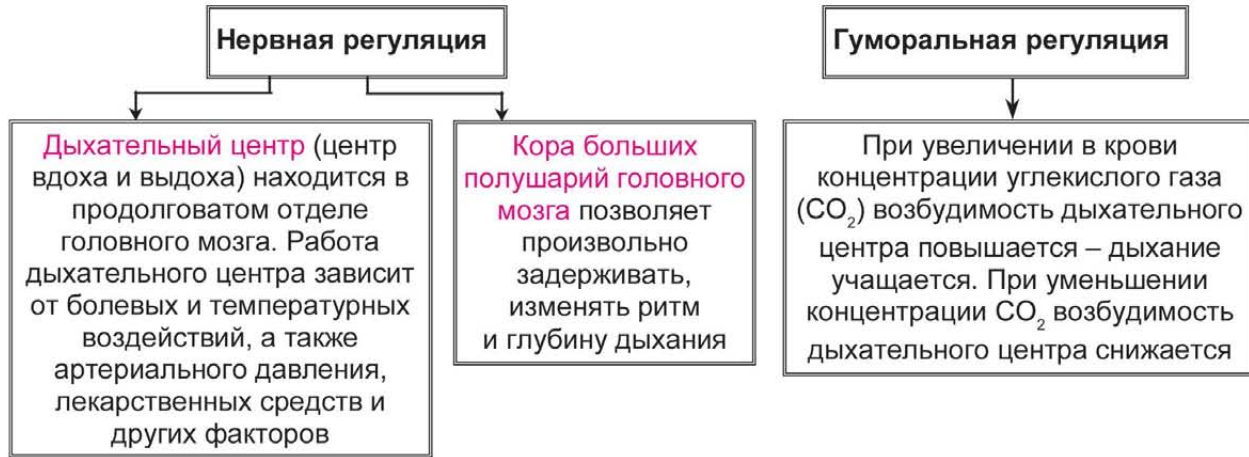
Таблица 116.

## Дыхательная система

| Органы                                       | Строение   | Функции  |
|--|--|--|
| <b>Воздухоносные пути</b><br>Носовая полость | Разделяется костно-хрящевой перегородкой на правую и левую половины, имеющие извилистые носовые ходы, увеличивающие площадь поверхности носовой полости. Носовые ходы выстланы <b>ресничным эпителием</b> , обильно снабжены кровеносными сосудами и железами, выделяющими слизь   | <b>Увлажнение, согревание</b> (за счет большого количества кровеносных сосудов и желез).<br><b>Обеззараживание</b> (слизь задерживает и обезвреживает микробы, непрерывно удаляясь из носовой полости благодаря постоянному движению ресничек) |
| Носоглотка                                   |  | Проводит воздух из носовой полости в гортань   |
| Гортань                                      | Имеет вид воронки, стенки которой образованы несколькими хрящами. Вход в гортань во время глотания закрывается хрящевым <b>надгортанником</b> , чтобы частички пищи не могли попасть в воздухоносные пути. Между хрящами гортани находятся слизистые складки – <b>голосовые связки</b> , пространство между ними называют <b>голосовой щелью</b> | Проведение воздуха из носоглотки в трахею. Защита верхних дыхательных путей от попадания пищи. Образование звуков за счет голосовых связок   |
| Трахея                                       | Имеет вид трубки, передняя стенка которой образована хрящевыми полукольцами, соединенными между собой связками и мышцами. Задняя стенка трахеи мягкая, она прилегает к пищеводу и не мешает прохождению пищи. Выстлана мерцательным эпителием  | Свободное прохождение воздуха к бронхам  |

| Органы | Строение  | Функции   |
|--------|---|---|
| Бронхи | Два бронха, образованные хрящевыми кольцами, выстланные мерцательным эпителием. В легких ветвятся на мелкие бронхи, хрящевые кольца постепенно исчезают. Самые мелкие разветвления бронхов – <b>бронхиолы</b>   | Движение воздуха в легкие. Очищение воздуха за счет постоянного движения ресничек   |
| Легкие | Состоят из легочных пузырьков – <b>альвеол</b> – легочных пузырьков, образованных на концах бронхов. Стенки альвеол оплетены сеткой капилляров и образованы однослойной эпителиальной тканью. Она выделяет биологически активные вещества, выстилающие тонкой пленкой внутреннюю поверхность альвеол. Она не дает слипаться пузырькам и обезвреживает микроорганизмы, проникающие в легкие. «Отработанная» пленка выводится через воздухоносные пути в виде мокроты или «переваривается» легочными фагоцитами. Снаружи каждое легкое покрыто соединительнотканной <i>легочной плеврой</i> . Внутренняя стенка грудной полости выстлана пристеночной плеврой | В легких осуществляется процесс газообмена.<br><br>Легкие являются органом выделения, выделяя воду, углекислый газ и некоторые другие продукты обмена веществ |

## Регуляция дыхательных движений



## Пищеварительная система

**Пищеварение** – это сложный процесс, в ходе которого поступившая в организм пища подвергается механической и химической обработке, всасывание переработанных веществ в кровь и выделение наружу твердых непереваренных остатков.

### Этапы пищеварения



## Пищеварительная система

| Отдел           | Органы, строение   | Функции  |
|-----------------|--|--|
| Ротовая полость | <p>Зубы 32: 4 резца, 2 клыка, 4 малых и 6 больших коренных зубов на каждой челюсти.</p> <p>Язык – мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой.</p> <p>Слюнные железы (3 пары): околоушная, подъязычная, подчелюстная</p>                            | <p>В ротовой полости пища подвергается механической обработке – пережевыванию и смачиванию слюной. Слюна обезвреживает, смачивает и обволакивает кусочки пищи, образуя пищевой комок. В ротовой полости почти не происходит всасывания питательных веществ. Язык – орган вкуса и речи</p>                      |
| Глотка, пищевод | <p>Верхняя часть пищеварительного канала представляет собой трубку длиной 25 см. Выстлана плоским эпителием</p>  | <p>Проглатывание пищи, проталкивание пищевого комка в желудок благодаря перистальтике (волнообразным сокращениям стенок)</p>   |
| Желудок         | <p>Расширенная часть пищеварительного канала, напоминающая большую грушу. Вместимостью до 2–3 л. Стенки состоят из гладкой мышечной ткани, выстланы слизистым эпителием, складки которого содержат около 35 млн желез</p>                            | <p>В желудке пища перемешивается за счет сокращения стенок и далее подвергается пищеварению. Фермент желудка <b>пепсин</b> расщепляет белки до пептидов, <b>липаза</b> – жиры молока. Реакция желудка кислая. В желудке частично всасываются вода, глюкоза, аминокислоты молочных белков, минеральные соли</p> |
| Кишечник        | <p>Двенадцатиперстная кишка – начальный отдел тонкого кишечника длиной до 15 см (двенадцать пальцев – перстов, сложенных в ряд). В ней открываются протоки поджелудочной железы и желчного пузыря. Железистый эпителий вырабатывает кишечный сок</p> | <p>В тонкой кишке переваривается 80% белков, почти 100% жиров и углеводов. Фермент сока поджелудочной железы <b>трипсин</b> расщепляет белки до аминокислот, <b>липаза</b> – жиры до глицерина и жирных кислот, <b>амилаза</b> – углеводы до глюкозы. Реакция среды щелочная</p>                               |

| Отдел    | Органы, строение   | Функции   |
|----------|--|---|
| Кишечник | Тонкий кишечник – самая длинная часть пищеварительной трубки до 6 м. Образует в брюшной полости много петель. Слизистая оболочка вырабатывает кишечный сок, образуют множество ворсинок, увеличивающих площадь переваривающей и всасывающей поверхности. К ворсинакам подходят кровеносные и лимфатические капилляры. Стенки образованы гладкой мышечной тканью, способной к перистальтическим движениям | Пищеварение идет в два этапа:<br>I – полостное пищеварение, происходит расщепление веществ под влиянием пищеварительных соков в полости кишки. II – пристеночное пищеварение – питательные вещества перевариваются на мембранах ворсинок, на которых находится большое количество молекул ферментов. <b>Всасывание</b> веществ в основном происходит в тонком отделе кишечника. Аминокислоты, глюкоза всасывается в кровь (в кровеносные капилляры ворсинок). Глицерины, соли жирных кислот всасываются в лимфатические капилляры ворсинок. Также через ворсинки кишечника всасываются вода, минеральные вещества |
|          | Слепая кишка – участок между тонкой и толстой кишкой, имеет форму мешка и червеобразный отросток 8–15 см – <b>апендикс</b> .   | Лимфатические клетки принимают участие во всех защитных реакциях организма. При попадании в аппендикс непереваренных остатков пищи возникает воспаление аппендикса – заболевание аппендицит   |
|          | Толстый кишечник, конечный отдел пищеварительной трубки, имеет длину от 1,5 до 2 м, диаметр в 2–3 раза больше, чем у тонкой кишки. Вырабатывает только слизь. Прямая кишка заканчивается анальным отверстием   | В <b>толстой кишке</b> образуются <b>каловые массы</b> , которые выделяются через анальное отверстие. Этот процесс занимает около 12 ч., за это время происходит <b>всасывание</b> воды, витамина К и минеральных веществ. Железы толстого кишечника вырабатывают слизь, облегчающую прохождение каловых масс. Бактерии толстого кишечника расщепляют клетчатку и синтезируют витамины группы К и В. Уменьшение или увеличение численности бактерий вызывает расстройство кишечника   |



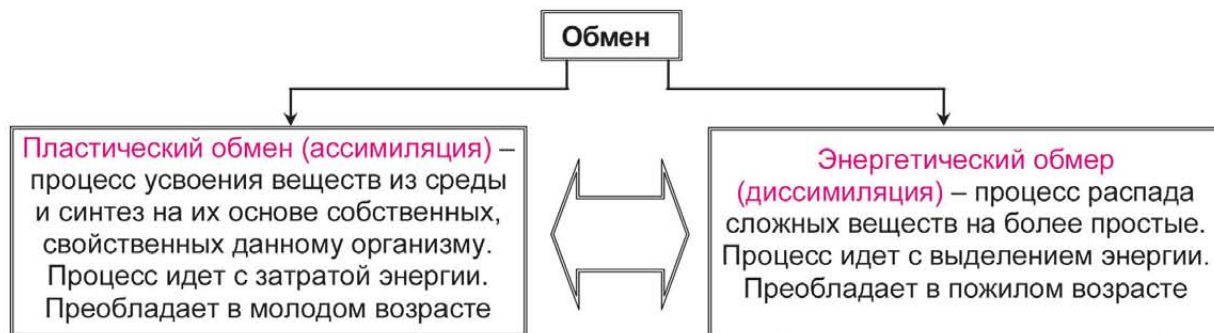
Таблица 119.

## Пищеварительные железы

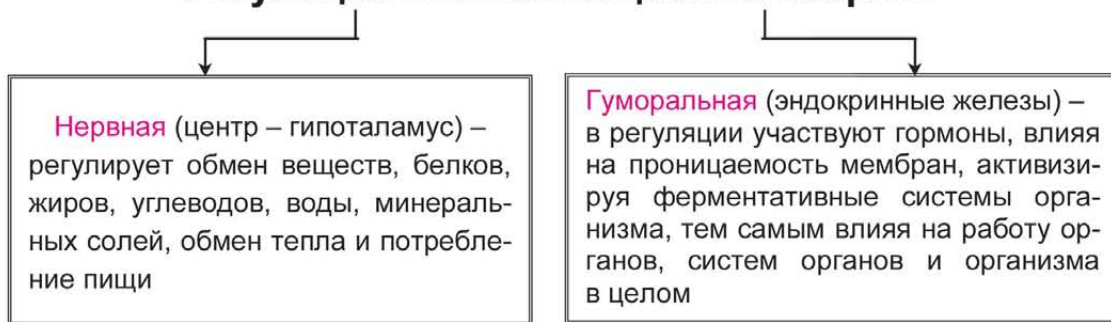
| Пищеварительные железы | Строение   | Функции   |
|------------------------|--|---|
| Железы желудка         | Мелкие (одноклеточные) железы слизистого эпителия желудка. Одни клетки вырабатывают соляную кислоту, другие – ферменты и мукоидный секрет (слизь)  | Вырабатывают желудочный сок, содержащий соляную кислоту. Фермент <b>пепсин</b> расщепляет сложные белки до более простых, <b>липаза</b> – жиры молока. Слизь защищает оболочку желудка от механических и химических раздражений   |
| Поджелудочная железа   | Крупная железа гроздьевидной формы, 10–15 см длиной. Разделена перегородками на несколько долек. Основная масса железы выделяет желудочный сок.  | Вырабатывает поджелудочный сок, который поступает в кишечник и участвует в процессе пищеварения   |
| Печень                 | Самая крупная пищеварительная железа, массой до 1500 г. Состоит из многочисленных железистых клеток, между которыми находится соединительная ткань, желчные протоки, кровеносные и лимфатические сосуды. Желчные протоки открываются в желчный пузырь, где собирается <b>желчь</b> . Желчь – жидкость желтоватого или зеленоватого цвета, содержит обезвреженные токсичные вещества, имеет горький вкус и щелочную реакцию | Вырабатывает <b>желчь</b> , которая скапливается в желчном пузыре, из которого поступает по протоку в кишечник. Желчь создает щелочную среду в кишечнике, активизирует действие пищеварительных ферментов, усиливает сокоотделение поджелудочной железы, расщепляет жиры на капли облегчая их переваривание, стимулирует сокращение стенок тонкого кишечника, задерживает гнилостные процессы в кишечнике. Барьерная функция печени заключается в обезвреживании токсичных веществ крови. В печени глюкоза превращается в гликоген, под воздействием гормона инсулина |

## Обмен веществ и энергии

**Обмен веществ** – это сложная цепь превращений веществ в организме, начиная с момента поступления из внешней среды и кончая удалением конечных продуктов распада.



## Регуляция обмена веществ и энергии



## Обмен веществ в организме

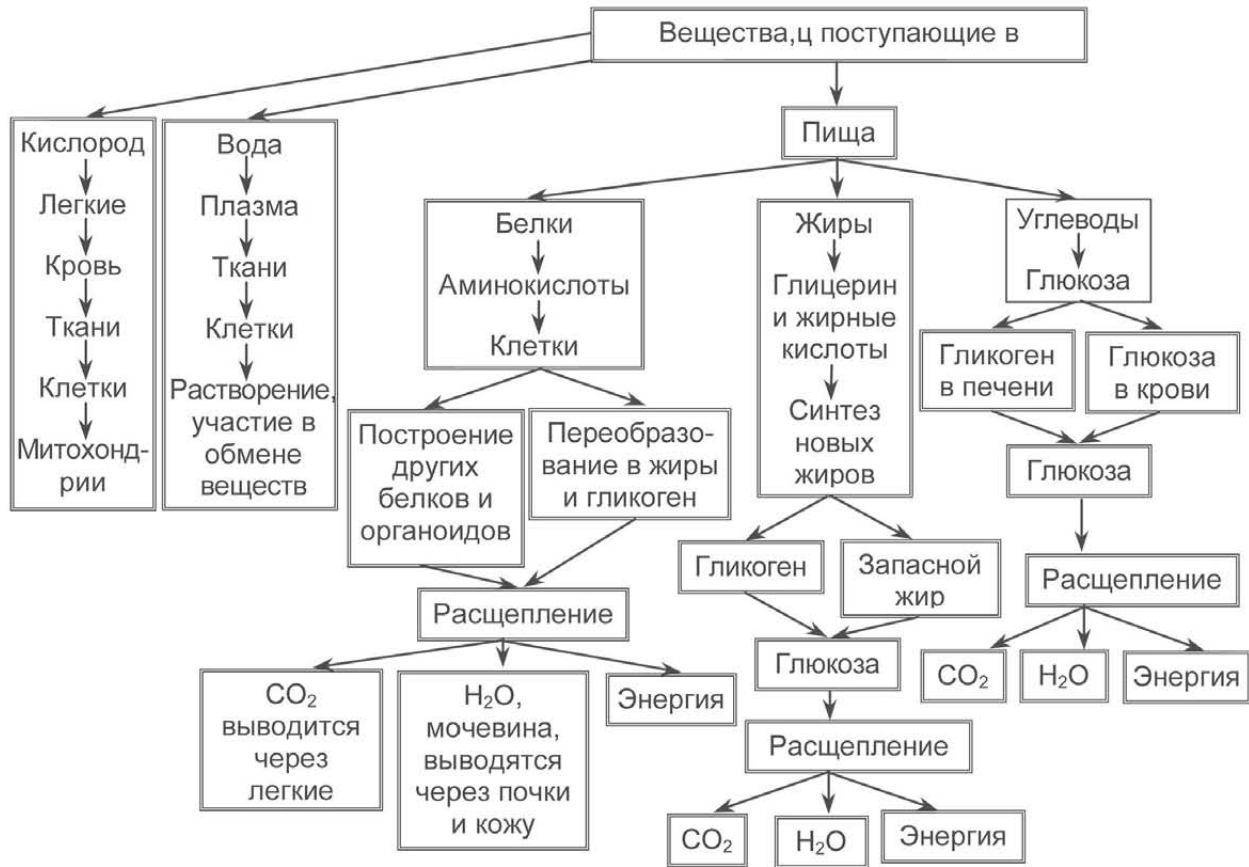
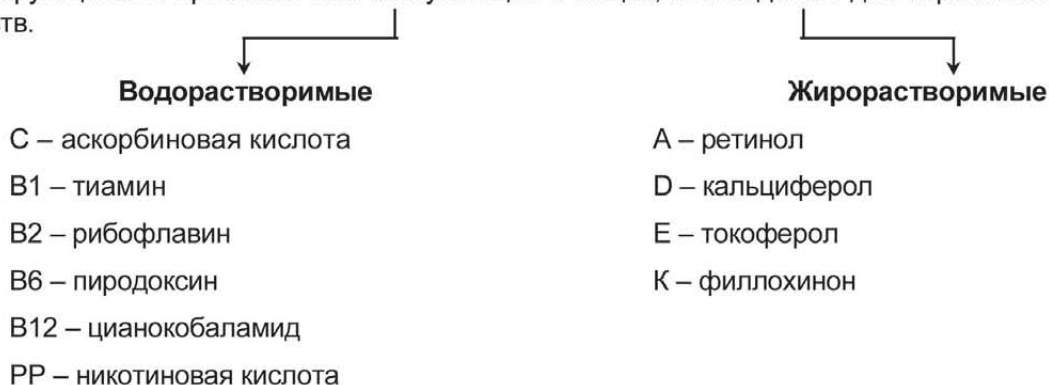


Таблица 120.

## Витамины

**Витамины** – органические вещества, обладающие высокой биологической активностью, синтезирующиеся в организме или поступающие с пищей, необходимые для нормального обмена веществ.



1. **Гиповитаминоз** – (витаминная недостаточность) – болезненное состояние, возникающее при недостаточном поступлении витаминов в организм (заболевание – авитаминоз).

2. **Гипервитаминоз** – интоксикация, вызываемая приемом резко повышенных доз витаминов.

Таблица 121.

**Мочевыделительная система**

| Органы                   | Строение  | Функция  |
|--------------------------|---|--|
| Почки                    | Парные органы бобовидной формы (масса около 150 г). Каждая почка покрыта оболочками: соединительно-тканой и жировой | Являются главными органами мочевыделительной системы. Через почки с мочой выделяются излишки воды, пищеварительных солей, удаляются лекарственные препараты, яды и другие вещества, ненужные организму |
|                          | <b>Наружно-корковый</b> слой (в нем расположены нефроны). Единицей строения почки является <b>нефрон</b>            | Происходит образование <b>первичной мочи</b>   |
|                          | <b>Внутренний слой – мозговой</b> (в нем находятся почечные канальцы)   | Происходит образование <b>вторичной мочи</b>   |
|                          | Почечная лоханка – полость воронковидной формы  | Вторичная моча по трубочкам пирамидок собирается в почечной лоханке. Оттуда она проводится в мочеточник  |
|                          | Ворота почек – вогнутая сторона почки от которой отходит мочеточник   | Очищенная кровь выводится через почечную вену  |
| Мочеточники              | Парные трубки 30–35 см длиной, образованы гладкой мускулатурой, выстланы эпителием                                  | По ним моча отводится в мочевой пузырь   |
| Мочевой пузырь           | Мускульный мешок способен увеличивать свой объем в 300 раз  | Моча скапливается в течение 2–3,5 ч до объема около 200–300 мл   |
| Мочеиспускательный канал | Мускульная трубка, выстланная эпителием, заканчивается мочеиспускательным отверстием                                | Выведение мочи во внешнюю среду  |

# Покровная система

## Кожа

Таблица 122.

| Слои кожи                    | Строение   | Функции  |
|------------------------------|--|--|
| Наружный слой –<br>эпидермис | Развивается из эктодермы и состоит из многослойного эпителия, поверхностные клетки которого отмирают. Под слоем ороговевших клеток расположен слой живых клеток, содержащих меланин                        | <b>Защитная:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• от проникновения болезнетворных бактерий</li><li>• от механических и химических воздействий</li><li>• пигмент меланин защищает человека от ультрафиолетовых лучей и придает коже коричневый цвет во время загара</li><li>• вырабатывает витамин D</li></ul> |
| Собственно кожа –<br>дерма   | Развивается из мезодермы и представлена волокнистой соединительной тканью. Здесь находятся рецепторы, сальные и потовые железы, волосяные луковицы – <b>фолликулы</b> , кровеносные и лимфатические сосуды | <b>Терморегуляторная:</b> при расширении капилляров тепло выделяется, при сужении – сохраняется. Через кожу теряется до 80% тепла<br><b>Выделительная, дыхательная, чувствительная.</b> <b>Защитная:</b> сало сальных желез смазывает кожу и волосы, защищая их от микробов  |
| Подкожная жировая клетчатка  | Самый глубокий слой кожи развивается из мезодермы. Представлена рыхлой соединительной тканью, с жировыми дольками  | Она служит «подушкой», защищающей от механических воздействий извне, теплоизолирующим слоем, «складом» запасных питательных веществ и энергии  |

# Размножение и развитие человеческого организма

## Функции половой системы

1. Образование половых клеток – гамет: мужских – сперматозоидов и женских – яйцеклеток.
2. Образование гормонов.
3. Репродуктивная (детородная) функции.

Таблица 123.

### Половая система человека

| Органы                         | Строение   | Функции   |
|--------------------------------|--|---|
| <b>Мужская половая система</b> |  |   |
| Внут-<br>ренние                | <b>Семенники</b> – находятся в кожном мешочке – <b>мошонке</b> , имеют придатки  | В семенниках образуются <b>сперматозоиды</b> . Они вырабатываются в мужском организме с момента созревания и до конца жизни. Температура, необходимая для образования сперматозоидов, должна быть ниже температуры тела. Вырабатывают мужской половой гормон – <b>тестостерон</b> |
|                                | <b>Семенные протоки</b> – сливаются с протоками придаточных половых желез ( <b>предстательная железа, куперова железа, семенные пузырьки</b> ) и впадают в мочеиспускательный канал, который проходит внутри полового члена          | Обеспечивают продвижение сперматозоидов, в них происходит смешивание сперматозоидов с секретами придаточных половых желез, образуя сперму   |
|                                | <b>Предстательная железа</b> – выделяет специальный секрет, смешиваясь с которым сперматозоиды образуют <b>сперму</b> . 1 см <sup>3</sup> спермы содержит от 60 до 20 млн. <b>сперматозоидов</b> – микроскопических подвижных клеток | Секрет предстательной железы обеспечивает жизнедеятельность сперматозоидов в семенной жидкости, создавая щелочную среду   |

| <b>Мужская половая система</b> |   |   |
|--------------------------------|---|---|
| Наружные                       | <p><b>Половой член</b> образован пещеристыми телами, внутри которых проходит мочеиспускательный канал, выводящий мочу и сперму наружу из организма</p>  | Способствует проникновению спермы во влагалище  |
|                                | <p>Мошонка – кожные мешочки, в которых находятся семенники</p>  | Поддерживают и защищают семенники   |
| <b>Женская половая система</b> |   |   |
| Внутренние                     | <p><b>Яичники</b> содержат скопления специальных пузырьков – <b>фолликул</b>. В яичнике новорожденной девочки находится весь запас яйцеклеток – около 500 000. Из них созревает всего 400–500. Яйцеклетки созревают в фолликуле</p> | <p>В них развиваются женские половые клетки – яйцеклетки. В отличие от мужчин, у женщин яйцеклетки созревают с момента половой зрелости и до наступления менопаузы. Вырабатывают женские половые гормоны – <b>эстроген</b> и <b>прогестерон</b></p>   |
|                                | <p><b>Маточные трубы</b>. Каждый яичник погружен в бахромчатую воронку, переходящую в <b>маточную трубу</b>, выстланную <b>ресничным эпителием</b></p>  | <p>Продвижение яйцеклетки в матку, благодаря движению ресничек, <b>ресничного эпителия</b>. Созревая, яйцеклетка выходит из яичника в брюшную полость – происходит <b>овуляция</b>. <b>Оплодотворение</b> обычно происходит в трубе на половине пути от яичника к матке, если оплодотворения не произошло, яйцеклетка разрушается при прохождении через матку</p> |



## Часть V. Живые организмы

### Свойства живых организмов

Таблица 1.

| Свойства живых организмов              | Характеристика   |
|--|--|
| Единство химического состава           | В живых организмах 98% химического состава приходится на четыре элемента: углерод, кислород, азот и водород, которые образуют крупные органические молекулы – белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты   |
| Единый принцип структурной организации | Клеточное строение всех живых организмов   |
| Движение                               | Перемещение организма или частей организма в пространстве (у растений движение к свету – фототропизм)  |
| Обмен веществ и энергии                | Все живые организмы способны к обмену веществ с окружающей средой, поглощая из нее вещества, необходимые организму и выделяя продукты жизнедеятельности.<br><b>Питание</b> – поглощение и усвоение питательных веществ.<br><b>Дыхание</b> – поглощение кислорода и выделение углекислого газа.<br><b>Выделение</b> – удаление из организма побочных продуктов обмена веществ |
| Рост                                   | Увеличение размеров и массы тела, сопровождающееся развитием   |
| Развитие                               | Необратимое направленное изменение объектов живой природы, сопровождается количественным и качественным изменением объекта (особи).<br>Индивидуальное развитие – <b>онтогенез</b> , историческое развитие – <b>филогенез</b>   |
| Размножение                            | Воспроизведение себе подобных. Половое и бесполое размножение  |
| Наследственность                       | Способность организмов передавать свои признаки и функции следующим поколениям. Обусловлена наличием <b>единого генетического кода</b>   |
| Изменчивость                           | Способность организмов приобретать новые признаки и свойства   |

|               |   |
|---------------|---|
| Раздражимость | Способность отдельных клеток, тканей и организмов изменять свое состояние, реагируя на воздействие внешних и внутренних раздражителей   |
| Саморегуляция | Способность организмов поддерживать постоянство своего химического состава и функций (например: постоянство температуры тела), в непрерывно меняющихся условиях окружающей среды – <b>гомеостаз</b> |

Таблица 2.

## Уровни организации живой природы

| Уровень организации   | Характеристика  |
|-----------------------|---|
| Молекулярный          | На этом уровне впервые появляется различие между живой и неживой природой. Живые объекты характеризуются наличием крупных органических молекул – белков, углеводов, жиров, нуклеиновых кислот. На этом уровне начинаются процессы жизнедеятельности организма – обмен веществ и энергии. Изучением молекулярного уровня занимаются биохимия, биофизика, исследуется химический состав живых организмов. Характерен для доклеточных форм жизни – вирусов |
| Клеточный             | Органические вещества, образуют клеточные структуры. Клетка является структурной и функциональной единицей живого, элементом многоклеточных организмов или отдельным организмом. Исследованием клетки занимается наука цитология, изучается состав, строение и жизнедеятельность клетки. Характерен для бактерий, простейших, одноклеточных водорослей  |
| Тканевый <sup>1</sup> | Клетки, сходные по строению, функциям и происхождению, образуют ткань. На тканевом уровне изучается строение, функции и многообразие тканей. Характерен для кишечнополостных  |

<sup>1</sup> Часто пропускают тканевый и органный уровень организации жизни. В этом случае после клеточного сразу идет организменный уровень.

|                      |   |
|----------------------|---|
| Органный             | Образуется в результате структурно-функционального объединения нескольких типов тканей, выполняющих вместе ряд жизненно важных функций. На этом уровне изучаются органы, их строение, функции. Характерен для высших растений и животных  |
| Организменный        | Организм представляет собой целостную одноклеточную или многоклеточную живую систему, способную к самостоятельному существованию. В случае многоклеточного организма – это совокупность различных органов, образующих системы органов, выполняющих жизненные функции организма. На организменном уровне изучаются процессы, происходящие в организме, а также морфологические и анатомические особенности строения, приспособленность к среде обитания, особенности поведения |
| Популяционно-видовой | Организмы, сходные по определенным критериям, образуют вид. Совокупность организмов одного вида, объединенная общим местом обитания, создает популяцию. На этом уровне действуют законы внутривидовых отношений, осуществляются простейшие эволюционные преобразования. Изучаются факторы, влияющие на численность популяции, закономерности энергетических круговоротов, проблемы сохранения вида, динамика генетического состава популяций и др.                            |
| Биогенотический      | Совокупность организмов разных видов и различной сложности организации, обитающих на определенной территории во взаимосвязи с факторами окружающей среды (абиотическими факторами). На этом уровне изучаются взаимоотношения организма и среды, взаимоотношения организмов друг с другом, миграции организмов и т. д.   |
| Биосферный           | Совокупность всех биогенотозов, или совокупность всех живых организмов Земли, составляют биосферу, охватывающую все явления жизни на планете Земля. На биосферном уровне изучаются закономерности круговорота веществ и превращения энергии, изучение экологических проблем, влияние разных факторов среды на живой организм, взаимосвязь всего живого между собой и т. д.  |

Таблица 7.

## Химические элементы в живых организмах

### Макроэлементы

| Макроэлементы     | Микроэлементы     | Ультрамикроэлементы               |
|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Кислород O (62%)  | Хлор Cl (0,2%)    | Иод I (0,01%)                     |
| Углерод C (20%)   | Натрий Na (0,1%)  | Медь Cu (следовые количества)     |
| Водород H (10%)   | Магний Mg (0,07%) | Марганец Mn (следовые количества) |
| Азот N (3%)       | Железо Fe (0,01%) | Молибден Mo (следовые количества) |
| Кальций Ca (2,5%) |                   | Кобальт Co (следовые количества)  |
| Фосфор P (1%)     |                   | Бор B (следовые количества)       |
| Сера S (0,25%)    |                   |                                   |
| Калий K (0,25%)   |                   |                                   |

Таблица 8.

### Неорганические вещества

| Вещество                          | Поступление в клетку и местонахождение  | Значение  |
|-----------------------------------|---|---|
| <b>Вода</b>                       | У растений и животных из окружающей среды. У животных может образовываться в клетке при расщеплении жиров, углеводов и белков. Вода в клетке находится в двух формах: свободной и связанной | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Универсальный растворитель и среда</b></li> <li>2. Обеспечивает <b>транспорт</b> веществ в клетке и организме</li> <li>3. <b>Терморегуляторная</b></li> <li>4. <b>Осморегуляторная</b></li> <li>5. Необходима для <b>гидролиза и окисления</b> белков, углеводов, жиров</li> </ol> |
| <b>Минеральные соли и кислоты</b> | У растений поступают из окружающей среды, у животных – с пищей. В клетках содержатся в виде ионных соединений   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поддержание постоянства внутренней среды организма</li> <li>2. Обеспечение постоянства осмотического давления, поступление воды в клетку</li> <li>3. Активация ферментов</li> <li>4. Служат источником строительного материала для синтеза органических соединений</li> </ol>         |

Таблица 9.

## Органические вещества клетки

| Вещества   | Свойства и особенности строения  | Функции  |
|--|--|--|
| <p><b>Белки</b></p> <p><b>Простые белки</b> – состоят только из аминокислот.</p> <p><b>Сложные</b> – состоят из белкового и небелкового компонентов (углеводов, металла и т. п.)</p> | <p>Плохо растворимы в воде.</p> <p>Под воздействием высоких температур, концентрированных щелочей, кислот и других агрессивных внешних воздействий наступает денатурация – нарушение природной структуры. Может быть обратимая и необратимая.</p> <p>Биополимеры, мономерами являются 20 аминокислот.</p> <p><u>Первичная структура</u> (цепочка аминокислот, связь пептидная), <u>вторичная структура</u> (спираль, связь водородная), <u>третичная структура</u> (пространственная конфигурация цепочки – <b>глобула</b>, связи водородные, ионные, ковалентные, гидрофобные), <u>четвертичная</u> – объединение нескольких глобул в единую структуру (гемоглобин)</p> | <p><b>Строительная</b> – входят в состав всех мембранных структур.</p> <p><b>Двигательная</b> – сократительные белки обеспечивают все виды клеточного движения и сокращение мышц</p> <p><b>Регуляторная</b> – гормоны.</p> <p><b>Каталитическая</b> – ферменты.</p> <p><b>Транспортная</b> – присоединение химических элементов и их перенос (гемоглобин).</p> <p><b>Энергетическая</b> – некоторые белки являются источниками энергии. При распаде 1 г белка выделяется 17,6 кДж.</p> |
| <p><b>Углеводы</b></p> <p><b>Моносахариды</b> (рибоза, глюкоза)</p> <p><b>Дисахариды</b> – (сахароза, мальтоза)</p> <p><b>Полисахариды</b> (крахмал, целлюлоза)</p>                  | <p>Циклические молекулы, имеющие общую формулу <math>C_m(H_2O)_n</math>, и полимеры, ими образованные. Хорошо растворимы в воде. Многие растворы обладают сладким вкусом. Полисахариды не растворимы в воде или плохо растворимы</p>   | <p><b>Энергетическая</b> – моносахариды являются основными источниками энергии. Расщепление 1 г глюкозы дает 17,6 кДж</p> <p><b>Структурная</b></p> <p><b>Запасующая</b></p>   |

| Вещества   | Свойства и особенности строения   | Функции   |
|--|---|---|
| <p><b>Липиды</b><br/>(жиры и жироподобные вещества)</p>                            | <p>Под термином липиды объединяются органические вещества, имеющие различную структуру, но сходные свойства:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• нерастворимы в воде, но растворимы в органических растворителях (бензин, эфир и т. п.).</li> </ul> <p>Жиры – сложные эфиры глицерина и высокомолекулярных жирных кислот</p>                   | <p><b>Энергетическая</b> – обеспечивают 25–30% всей энергии организма. При расщеплении 1 г жира выделяется 38,9 кДж энергии.</p> <p><b>Терморегуляторная</b></p> <p><b>Защитная</b></p> <p><b>Строительная</b></p> <p><b>Запасаящая</b></p> |
| <p><b>Нуклеиновые кислоты:</b><br/>дезоксирибонуклеиновая кислота – <b>ДНК</b></p> | <p>Биополимеры, состоящие из молекул нуклеотидов.</p> <p>Обладает способностью к самоудвоению – редупликации, по принципу комплементарности, А = Т; Ц = Г.</p> <p>Содержится в основном в ядре, образуя хромосомы.</p> <p>Состоит из двух цепочек, образованных <b>дезоксирибонуклеотидами</b></p>  | <p>Обеспечивают хранение и передачу информации в клетке</p> <p><b>Химическая основа наследственности</b></p> <p>Образует хромосомы, хранение и передача наследственной информации. Кодировывает информацию о структуре белка.</p>           |
| <p>рибонуклеиновая кислота – <b>РНК</b></p>  | <p>Не способна к самоудвоению. Находится в ядрышке, рибосомах, цитоплазме, митохондриях, хлоропластах.</p> <p>Одинарная полинуклеотидная цепочка, мономерами являются рибонуклеотиды. В состав которых входят:</p> <p>азотистые основания – аденин (А); урацил (У); цитозин (Ц); гуанин (Г); рибоза; остаток фосфорной кислоты <math>H_2PO_4</math></p> | <p><b>иРНК</b> – информационная РНК, переносит информацию о первичной структуре белка.</p> <p><b>рРНК</b> – рибосомальная, входит в состав рибосом.</p> <p><b>тРНК</b> – транспортная, доставляет аминокислоты к месту синтеза белка</p>    |

Таблица 10.

## Сравнительная характеристика ДНК и РНК

| Признаки        | ДНК  | РНК   |
|-----------------|--|---|
| Общие           | 1. Биополимеры<br>2. Участвуют в синтезе белка<br>3. Сходное строение мономеров: – азотистое основание<br>– молекула пентозы<br>– остаток фосфорной кислоты  |   |
| Местонахождение | Содержится, в основном, в ядре, образуя хромосомы, в митохондриях, в пластидах   | В ядрышке, рибосомах, цитоплазме, митохондриях, хлоропластах  |
| Строение        | Двухцепочечная молекула, образующая спираль. Мономеры – <b>дезоксирибонуклеотиды</b> , в состав которых входят <b>дезоксирибоза</b> , азотистые основания – аденин, тимин, гуанин и цитозин  | Одноцепочечная молекула, мономеры рибонуклеотиды, в состав которых входят – рибоза, азотистые основания – аденин, урацил, гуанин и цитозин  |
| Свойства        | Способна к самоудвоению – редупликации, по принципу комплементарности  | Не способна к самоудвоению  |
| Функции         | <b>Химическая основа наследственности.</b><br>Образует хромосомы, хранение и передача наследственной информации. Кодирование информации о структуре белка. Наименьшей единицей наследственной информации являются три расположенных рядом нуклеотида – триплет. Является матрицей для синтеза молекул РНК, которая формируется на одной цепочке, по принципу комплементарности | <b>Энергетическая</b> – обеспечивает энергией процессы жизнедеятельности клетки: биосинтез, движение, сокращение мышц, активный перенос веществ через мембрану, и т. п. При отщеплении одной фосфатной группы выделяется 40 кДж |

## Строение эукариотической клетки

| Органоиды, характерные для животной и растительной клеток  |  |
|--|--|
| Строение и свойства  | Функции  |
| <b>Плазматическая мембрана</b>   |  |
| <p>Тонкая пленка 7–10 мк, состоящая из двойного слоя <b>фосфолипидов</b>, с включением белков. Гидрофобные (отталкивающие воду) молекулы липидов погружены в толщу мембраны, а гидрофильные – обращены наружу в окружающую водную среду. К некоторым белкам на поверхности клеток прикреплены углеводы; такие белки называют <b>гликопротеинами</b>, они являются рецепторами. Снаружи углеводный слой – <b>гликокаликс</b>. Белки, гликопротеины и липиды, находящиеся на поверхности разных клеток, очень специфичны и являются указателями типа клеток. С их помощью клетки «узнают» друг друга (например, сперматозоид «узнает» яйцеклетку). Сходное строение имеют внутриклеточные мембраны</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Изолирует</i> клетку от окружающей среды.</li> <li>• Обеспечивает <b>обмен веществ и энергии</b> между клеткой и внешней средой, движение клеток и сцепление их друг с другом.</li> <li>• <b>Соединяет</b> клетки в ткани.</li> <li>• Клеточная мембрана обладает <b>избирательной проницаемостью</b>, регулирует поступление веществ в клетку, водный баланс, выведение продуктов обмена.</li> <li>• Участвует в <b>фагоцитозе</b> и <b>пиноцитозе</b>.</li> <li>• Большинство мембранных белков служат <b>катализаторами</b> химических реакций, осуществляют <b>транспорт веществ</b> или являются рецепторами</li> </ul> |
| <b>Цитоплазма</b>  |  |
| <p>Цитоплазма – коллоидный раствор различных солей и органических веществ – <b>цитозоль</b>. Вода составляет 60–90% всей массы цитоплазмы. Белки – 10–20%, а иногда до 70% сухой массы. Система белковых нитей, пронизывающая цитоплазму называется <b>цитоскелетом</b>. Кроме белков в состав цитоплазмы могут входить липиды 2–3%, различные органические 1,5% и неорганические соединения 1,5%. Цитоплазма находится в постоянном движении</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Жидкая среда клетки</b> для химических реакций.</li> <li>• Участвует в <b>передвижении</b> веществ.</li> <li>• Поддерживает <b>тургор</b> клетки.</li> <li>• <b>Терморегуляция</b>.</li> <li>• <b>Механическая функция</b>, за счет цитоскелета</li> </ul>   |



|   |  |
|---|--|
| <p><b>Ядро</b> – важнейший органоид эукариотической клетки, в прокариотической клетке отсутствует</p>   |  |
| <p>Окружено <b>двухслойной пористой мембраной</b>, образующей комплекс с остальными мембранами клетки.</p> <p>Содержит <b>хроматин</b> – комплекс ДНК и белка, образует хромосомы в момент деления клетки.</p> <p>Ядрышко – состоит из белка и РНК, может быть несколько.</p> <p>Ядерный сок – <b>кариолимфа</b> – коллоидный раствор органических и неорганических веществ</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Хранение наследственной информации в хромосомах.</li> <li>• Регуляция синтеза белка и процессов происходящих в клетке.</li> <li>• Транспорт веществ.</li> <li>• Синтез РНК (иРНК, тРНК, рРНК), а также сборка рибосом.</li> <li>• Руководит процессами самовоспроизведения и процессами развития организма</li> </ul> |
| <p><b>Эндоплазматическая сеть</b> (ретикулум)</p>   |  |
| <p><b>Шероховатая (гранулярная) ЭС</b> – представляет собой систему мембран, образующих канальцы, цистерны, трубочки, несущую <b>рибосомы</b>. Строение мембран сходно с наружной мембраной и образует с ней единую сеть</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Синтез белка на рибосомах.</li> <li>• Транспорт веществ по цистернам и трубочкам.</li> <li>• Деление клетки на отдельные секции – компартменты</li> </ul>   |
| <p><b>Гладкая ЭС</b> – имеет такое же строение, как и шероховатая, но не несет рибосом</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Участвует в синтезе липидов, белок не синтезируется.</li> <li>• Остальные функции, сходные с ШЭР</li> </ul>   |
| <p><b>Рибосомы</b></p>  |  |
| <p>Мельчайшие органоиды клетки диаметром около 20 нм. Рибосомы состоят из двух неравных субъединиц (частиц): большой и малой. В состав рибосомы входят рибосомальная РНК и белки. Синтезируются в ядрышке. Объединяются вдоль иРНК в цепочки, образуя <b>полисомы</b></p>   | <p>Биосинтез первичной структуры белка по принципу матричного синтеза</p>  |

### Лизосомы

Представляет собой окруженный одинарной мембраной пузырек диаметром 0,2–0,8 мкм, имеет овальную форму. Содержит набор пищеварительных ферментов, синтезированных на рибосомах. Образуется в комплексе Гольджи. Прочная мембрана лизосом препятствует проникновению ферментов в цитоплазму. Входит в состав единой мембранной системы клетки

- **Пищеварительная** – обеспечивает переваривание органических веществ, попавших в клетку при фагоцитозе и пиноцитозе
- При голодании лизосомы могут участвовать в растворении органоидов, клеток и частей организма (утрата хвоста у головастика) – **автолизе**

### Митохондрии

Двухмембранные органоиды. Наружная мембрана гладкая, а внутренняя образует многочисленные складки и выросты – **кристы**. Внутри митохондрия заполнена бесструктурным **матриксом**. В матриксе содержатся молекулы ДНК, РНК, рибосомы. Митохондрии имеют разнообразную форму: округлые, овальные, цилиндрические и палочковидные тельца

- **Энергетический** и **дыхательный** центр клеток.
- **Освобождение энергии** в процессе дыхания.
- **«Запасание»** энергии в виде молекул АТФ. Источником энергии являются органические вещества, окисляющиеся под действием ферментов до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$

### Клеточный центр – характерен для клеток животных и низших растений

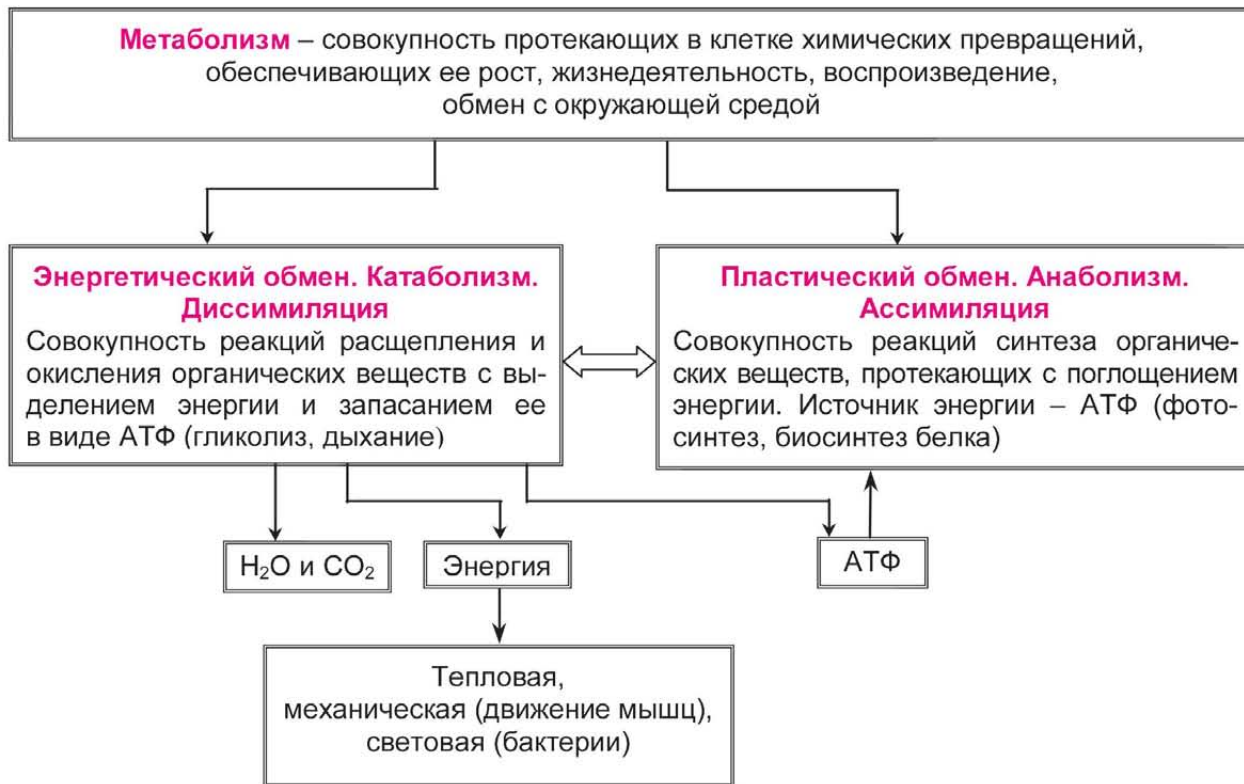
Органоид немембранного строения, состоящий из двух **центриолей** – цилиндрической формы, расположенных перпендикулярно друг другу. Каждая центриоль имеет вид полого цилиндра, стенка которого образована из 9 пар микротрубочек.

Участвуют в делении клеток животных и низших растений, образуя веретено деления

| <b>Аппарат (комплекс) Гольджи</b>  |   |
|--|---|
| <p>Система уплощенных <b>цистерн</b> (трубочек, полостей), ограниченных двойными мембранами, образующих по краям <b>пузырьки</b> (диктиосомы). В растительных клетках цистерны способны расширяться и превращаться в крупные вакуоли. Входит в единую <b>мембранную</b> систему клетки</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Участвует в <b>транспорте</b> продуктов биосинтеза к поверхности клетки и в выведении их из клетки.</li> <li>• Вещества <b>упаковываются</b> в пузырьки.</li> <li>• В растениях – участвуют в <b>построении</b> клеточной стенки.</li> <li>• Формирует лизосомы</li> </ul> |
| <b>Органоиды движения</b>  |   |
| <p><b>Микротрубочки</b> – длинные тонкие полые цилиндры, диаметром 25 нм. Стенки микротрубочек состоят из белков</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Опорная</b> – образуют внутренний каркас, помогающий клеткам сохранять форму.</li> <li>• <b>Двигательная</b> – входят в состав ресничек и жгутиков</li> </ul>   |
| <p><b>Микронити</b> – тонкие структуры, состоящие из тысяч молекул белка, соединенных друг с другом</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Образуют <b>опорно-двигательную систему</b>, называемую цитоскелетом.</li> <li>• Способствуют <b>току цитоплазмы</b> в клетках</li> </ul>  |
| <p><b>Реснички</b> – многочисленные цитоплазматические выросты на поверхности мембраны – образованы микротрубочками, покрытыми мембраной</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечивают передвижение некоторых одноклеточных организмов и ток жидкости в организмах, удаление частичек пыли (дыхательный реснитчатый эпителий)</li> </ul>   |
| <p><b>Жгутики</b> – единичные выросты на поверхности клетки. Реснички и жгутики имеют общую основную структуру: девять пар микротрубочек, расположенных кольцом, две одиночные микротрубочки в центре и базальное тельце в основании</p>   | <p>Служат для движения одноклеточным организмам, сперматозоидам, зооспорам</p>  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Клеточные включения</b>  |  |
| Непостоянные структуры цитоплазмы. Плотные включения в виде гранул  | Содержат запасные питательные вещества (крахмал, жиры, белки, сахар)   |
| <b>Органоиды, характерные только для растительных клеток</b>  |  |
| <b>Пластиды-хлоропласты</b>   |  |
| Содержимое пластид называют <b>стромой</b> . Наружная мембрана гладкая, внутренняя образует пластинчатые впячивания – <b>тилакоиды</b> . Большая часть их укладывается в виде стопки монет и образует грани.  | В мембранах гран находится <b>хлорофилл</b> , придающий зеленую окраску и обеспечивающий протекание световой фазы фотосинтеза  |
| <b>Пластиды – лейкопласты</b>   |  |
| Округлые, бесцветные органоиды, внутренняя мембрана образует 2–3 выроста. На свету преобразовываются в хлоропласты  | Служат местом отложения запасных питательных веществ, чаще всего крахмала  |
| <b>Пластиды – хромопласты</b>   |  |
| Двухмембранные шарообразные органоиды, шаровидной формы. Содержат пигменты – каротиноиды, окраска желтая, красная, оранжевая  | Придают лепесткам цветков, плодам и прицветным листьям окраску, привлекают насекомых-опылителей  |
| <b>Клеточная оболочка (стенка)</b>  |  |
| Состоит из целлюлозы, имеет поры. Имеется в клетках грибов, состоит из хитина   | Защищает клетку от внешних воздействий, придает прочность, является скелетом растения  |
| <b>Вакуоль, характерна только для растительных клеток</b>   |  |
| Мембранная полость, заполненная клеточным соком. Вакуоль является производной эндоплазматической сети. Клеточный сок является водным раствором органических веществ: органических кислот, сахара, солей, белков, дубильных веществ, алкалоидов, пигментов и т. д. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• регуляция водно-солевого обмена;</li> <li>• поддержание тургорного давления;</li> <li>• накопление продуктов обмена веществ и запасных веществ;</li> <li>• выведение из обмена токсичных веществ</li> </ul> |

## Обмен веществ и энергии (метаболизм)





|  |                  |  |  |
|--|------------------|--|--|
|  | <p>В кристах</p> | <p>Окисление атомов водорода до <b>катионов</b> в мембране крист;<br/> <math display="block">\text{H} - \text{e}^- \rightarrow \text{H}^+</math>                     Катионы переносятся белками-переносчиками на наружную поверхность мембраны.<br/>                     Образование <b>анионов</b> кислорода на внутренней поверхности мембраны крист с помощью фермента – оксидазы.<br/> <math display="block">\text{O}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^-</math>                     Катионы и анионы скапливаются по разные стороны мембраны. Когда разность потенциалов достигает 200 мВ в молекулах ферментов АТФ-синтезас открывается <b>протонный канал</b>. Эти молекулы встроены во внутреннюю мембрану.<br/>                     По этому каналу протоны водорода устремляются на внутреннюю поверхность мембраны, отдавая большое количество энергии.<br/>                     Энергия идет на <b>синтез АТФ</b>.<br/>                     Протоны водорода соединяются с анионами кислорода, с образованием воды.<br/> <math display="block">4\text{H}^+ + 2\text{O}_2^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2</math> </p> | <p>Происходит образование 36 молекул АТФ</p> |
| <p>Общее уравнение гидролиза (дыхания)<br/> <math display="block">2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + 6\text{O}_2 + 36\text{H}_3\text{PO}_4 + 36\text{АДФ} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 38\text{H}_2\text{O} + 36\text{АТФ}</math> </p>  |                  |  |  |
| <p>Общее уравнение расщепления глюкозы<br/> <math display="block">\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 38\text{H}_3\text{PO}_4 + 38\text{АДФ} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 38\text{АТФ} + 6\text{H}_2\text{O}</math> </p> |                  |  |  |

Таблица 14.

## Фотосинтез

| Фазы     | Локализация в клетке | Процессы  |
|----------|----------------------|---|
| Световая | Тилакоиды гран       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свет, попадает на молекулы хлорофилла, расположенные в мембране тилакоида, переводя их в возбужденное состояние.</li> <li>2. Электрон отрывается от молекулы хлорофилла и при помощи переносчиков переносится на наружную поверхность мембраны тилакоида.</li> <li>3. Там электроны накапливаются, создавая отрицательно заряженное электрическое поле.</li> <li>4. Внутри тилакоида происходит <b>фотолиз</b> воды (разложение воды под действием света) <math>2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2\uparrow</math></li> <li>5. Образовавшиеся электроны «замещают» утраченные электроны хлорофилла.</li> <li>6. Протоны водорода скапливаются на внутренней поверхности мембраны тилакоида, заряжая ее положительно. Кислород уходит в атмосферу.</li> <li>7. В результате наружная поверхность мембраны заряжается отрицательно, а внутренняя – положительно. Возникает <b>электрический потенциал</b>, когда он достигает критической величины, в мембране открывается «протонный канал» и протоны устремляются наружу. Энергия протонов с участием фермента <b>АТФ-синтетазы</b> используется на синтез АТФ из АДФ.</li> <li>8. Электроны, находящиеся на наружной поверхности мембраны тилакоида, объединяются попарно с протоном водорода и присоединяются к молекуле переносчика НАДФ<sup>+</sup></li> </ol> $2\text{e}^- + \text{H}^+ + \text{НАДФ}^+ \rightarrow \text{НАДФ} \cdot \text{H}$ |



|  |                    |   |
|--|--------------------|---|
| Темновая фаза (фиксация углерода)  | Строма хлоропласта | <p>1. Представляет собой ферментативную цепь реакций, приводящую к образованию органических веществ с использованием <math>\text{CO}_2</math> (фиксация углекислого газа). Для этих реакций не обязательно наличие света.</p> <p>2. В строму хлоропласта поступают АТФ и НАДФ Н, образовавшиеся в результате световой фазы и <math>\text{CO}_2</math> из воздуха.</p> <p>3. В строме постоянно присутствуют пятиуглеродные сахара <math>\text{C}_5</math>, образующиеся в цикле фиксации углерода (Кальвина):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Молекулы <math>\text{C}_5</math> фиксируют <math>\text{CO}_2</math>, образуя нестойкое шестиуглеродное соединение</li> </ul> $\text{CO}_2 + \text{C}_5 \rightarrow \text{C}_6 \text{ (нестойкое).}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>– Шестиуглеродное соединение под действием ферментов распадается на две трехуглеродные молекулы (фосфоглицериновой кислоты) ФГК</li> </ul> $\text{C}_6 \rightarrow 2\text{C}_3 \text{ (ФГК)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>– С помощью энергии АТФ и НАДФ+Н из трехуглеродных молекул образуются молекулы глюкозы (которые затем превращаются в запасное вещество – крахмал)</li> </ul> $2\text{C}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ <ul style="list-style-type: none"> <li>и молекулы пятиуглеродного сахара (которые опять включаются в цикл)</li> </ul> $5\text{C}_3 \rightarrow 3\text{C}_5$ |
| <p>Суммарное уравнение фотосинтеза:</p> $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ |                    |   |

## Биосинтез белка

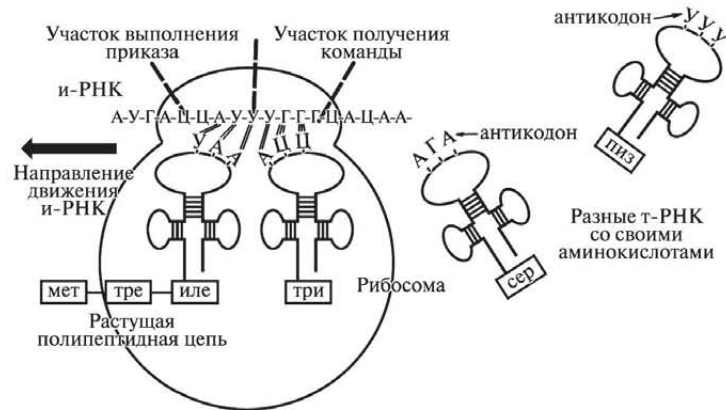


Таблица 15.

## Последовательность биосинтеза белка

| Локализация в клетке | Описание этапов  |
|----------------------|--|
| Этапы биосинтеза:    | <b>Транскрипция</b> (переписывание)  |
| В ядре               | <p><b>Биосинтез всех видов молекул РНК на матрице ДНК. Осуществляется в синтетическую фазу в хромосомах.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. С помощью ферментов на определенных участках одной цепочки ДНК – генах синтезируются 20 транспортных ДНК, рРНК и иРНК.</li> <li>2. рРНК встраиваются в субъединицы рибосом, тРНК и иРНК выходят в цитоплазму.</li> <li>3. Рибосомы так же выходят в цитоплазму</li> </ol> |

## Трансляция (передача)

В цитоплазме.  
На гранулярной  
эндоплазма-  
тической сети

1. Синтез полипептидных цепей белков, осуществляется на **рибосомах**.
2. Присоединение субъединиц рибосомы к иРНК, с того конца, откуда начинался ее синтез с ДНК.
3. Образование ФЦР (функционального центра рибосомы), состоящего из иРНК и рибосомы. В ФЦР находится 2 триплета (6 нуклеотидов) и РНК. Они образуют два активных центра: **аминокислотный** – центр узнавания аминокислоты и **пептидный** – центр присоединения аминокислоты к пептидной цепочке.
4. Транспортировка аминокислот из цитоплазмы к месту синтеза. Осуществляется тРНК. Каждая аминокислота соединяется с соответствующей ей тРНК, антикодон которой соответствует кодону иРНК. Присоединение идет с помощью индивидуальных для каждой АК ферментов, за счет энергии АТФ.
5. Проверка соответствия антикодона кодону происходит в аминокислотном активном центре, в случае комплиментарности, тРНК с кислотой присоединяется к иРНК.
6. Образовавшаяся связь служит сигналом к продвижению рибосомы по иРНК. тРНК с аминокислотой перемещается в пептидный активный центр, где происходит присоединение аминокислоты к цепочке. тРНК покидает молекулу и «уходит» в цитоплазму.
7. Процесс повторяется каждый раз, когда тРНК приносит аминокислоту, рибосома продвигается скачком по иРНК, а пептидная цепочка удлиняется.
8. Сигналом к окончанию синтеза являются знаки препинания (УАА, УАГ, УГА). Рибосомы соскакивают с иРНК и распадаются на две единицы.
9. Полипептидная цепь одновременно соскакивает с рибосомы и поступает в ЭПС, где приобретает вторичную, третичную и четвертичную структуры белка

Таблица 16.


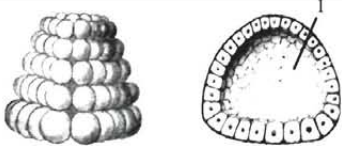
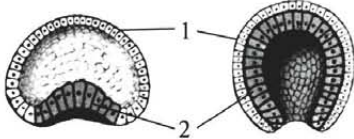
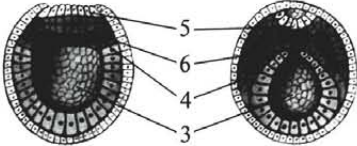
## Деление клетки

| Фазы деления | Митоз   | Мейоз   |  |
|--------------|---|---|--|
|              |   | Первое деление  | Второе деление   |
| Профаза      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• спирализация хромосом, в результате чего они становятся видимыми;</li> <li>• каждая хромосома состоит из двух хроматид;</li> <li>• растворение ядерной мембраны;</li> <li>• образование веретена деления (в клетках животных)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• удвоение <i>гомологичных</i> хромосом;</li> <li>• спирализация хромосом;</li> <li>• <i>конъюгация</i> гомологичных хромосом;</li> <li>• хромосомы сливаются попарно и обмениваются идентичными участками, происходит <i>кроссинговер</i>;</li> <li>• утолщение хромосом, растворение ядерной оболочки, образование веретена деления (фаза гораздо длиннее чем в митозе)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• интерфаза отсутствует, к делению приступают одновременно две клетки;</li> <li>• образуется веретено деления;</li> <li>• сходна с профазой митоза</li> </ul> |
| Метафаза     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• расположение хромосом по экватору;</li> <li>• нити веретена деления прикрепляются к центромерам</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• гомологичные хромосомы выстраиваются попарно по обе стороны от экватора</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• двуххроматидные хромосомы располагаются по экватору клетки</li> </ul>   |

|          |   |  |   |
|----------|---|--|---|
| Анафаза  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• деление центромер;</li> <li>• отдельные хроматиды (дочерние хромосомы), расходятся к полюсам клетки</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• разделение пар гомологичных хромосом;</li> <li>• расхождение двуххроматидных хромосом к полюсам клетки</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• деление центромер;</li> <li>• хроматиды расходятся к полюсам клетки</li> </ul> |
| Телофаза | <ul style="list-style-type: none"> <li>• разошедшиеся хроматиды деспирализуются, вокруг них образуется новая ядерная мембрана, формируются два новых ядра;</li> <li>• на экваторе закладывается клеточная мембрана;</li> <li>• растворяются нити веретена деления;</li> <li>• образуются две дочерние <i>диплоидные</i> клетки</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• образование двух дочерних клеток. Хромосомы состоят из двух хроматид</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• образование четырех <i>гаплоидных</i> клеток</li> </ul>                        |

Таблица 18.

## Развитие зародыша на примере ланцетника

| Период развития   | Рисунок   | Описание развития   |
|---|---|---|
| Зигота  |    | Оплодотворенная яйцеклетка с диплоидным набором хромосом (2n)   |
| Бластула  |    | Многоклеточный зародыш с полостью внутри. По форме напоминает шар. Образован в результате многократного деления зиготы  |
| Гастроула   |    | Двухслойный зародыш. Образовавшийся в результате впячивания бластулы. Образование двух зародышевых листков: <b>эктодермы</b> (1) – наружный слой клеток и <b>энтодермы</b> (2) – внутренний слой клеток       |
| Нейрула   |    | Стадия закладывания внутренних органов – полости первичной кишки (3), нервной пластинки (5), хорды(6), в случае хордовых животных. Происходит образование третьего зародышевого листка – <b>мезодермы</b> (4) |
| Органогенез – закладка органов и тканей. Развитие плода | <p><b>Эктодерма</b> – нервная система, органы чувств, покровный эпителий и его производные (волосы, копыта и т. п.), покровная и нервная ткань.</p> <p><b>Энтодерма</b> – кишечник, пищеварительные железы (печень, поджелудочная железа), жабры, легкие, щитовидная железа и т. п.</p> <p><b>Мезодерма</b> – хорда, скелет, мышцы, почки, кровеносная система, соединительная и мышечная ткань</p> |   |

Основы генетики

Закономерности наследственности

Таблица 21.

| Закон  | Формулировка закона   | Схема скрещивания   |
|--|---|---|
| <p>Первый закон Менделя.<br/>Правило единообразия первого поколения или закон доминирования.<br/>Г. Мендель, 1865 г.</p> | <p>P ♀ AA × ♂ aa</p> <p>гаметы A A a a</p> <p>F1 Aa Aa Aa Aa</p> <p>все семена желтые</p>   | <p>При моногибридном скрещивании гибриды первого поколения (F<sub>1</sub>) единообразны по фенотипу и генотипу. Проявляются только доминантные признаки</p>     |
| <p>Второй закон Менделя.<br/>Закон расщепления<br/>Г. Мендель, 1865 г.</p>   | <p>P<sub>1</sub> ♀ AA × ♂ aa</p> <p>желтые семена / зеленые семена</p> <p>гаметы A A a a</p> <p>F<sub>1</sub> Aa Aa Aa Aa</p> <p>все гибриды желтые</p> <p>♀ Aa × ♂ Aa</p> <p>гаметы A a A a</p> <p>F<sub>2</sub> AA Aa Aa aa</p> <p>желтые семена 3 : 1 зеленые семена</p> | <p>При моногибридном скрещивании гибридов первого поколения в потомстве происходит расщепление признаков в отношении 1:2:1 – по генотипу, 3:1 – по фенотипу</p> |

Дигибридное скрещивание.  
Третий закон Менделя.  
Закон независимого наследования.  
Г. Мендель, 1865 г.

**Первое дигибридное скрещивание**

P<sub>1</sub> ♀AABB × ♂aabb  
желтые зеленые  
гладкие морщинистые  
гаметы: AB; AB ab;ab

F<sub>1</sub> AaBb AaBb  
желтые гладкие

**Второе дигибридное скрещивание**

P<sub>2</sub> ♀AaBb × ♂ AaBb  
желтые гладкие  
гаметы: AB; Ab AB; Ab  
aB; ab aB; ab

**F<sub>2</sub> Решетка Пеннета**

|    | AB                        | Ab                        | aB                         | ab                         |
|----|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| AB | AABB<br>желтые<br>гладкие | AABb<br>желтые<br>гладкие | AaBB<br>желтые<br>гладкие  | AaBb<br>желтые<br>гладкие  |
| Ab | AABb<br>желтые<br>гладкие | AAbb<br>желтые<br>морщин  | AaBb<br>желтые<br>гладкие  | Aabb<br>желтые<br>морщин   |
| aB | AaBB<br>желтые<br>гладкие | AaBb<br>желтые<br>гладкие | aaBB<br>зеленые<br>гладкие | aaBb<br>зеленые<br>гладкие |
| ab | AaBb<br>желтые<br>гладкие | AaBb<br>желтые<br>гладкие | aaBB<br>зеленые<br>гладкие | aaBb<br>зеленые<br>гладкие |

При дигибридном скрещивании у гибридов каждая пара признаков наследуется независимо друг от друга и образует различные сочетания. Образуются четыре фенотипические группы в соотношении:

9 : 3 : 3 : 1 или

9A\_B\_ : 3A\_bb : 3aaB\_ : 1aabb

в отличие от второго закона, который справедлив, когда изучаемые гены находятся в разных парах всегда, третий закон относится только к случаям независимого наследования, гомологичных хромосом



| Закон   | Формулировка закона   | Схема скрещивания   |
|---|---|---|
| <p>Анализирующее скрещивание – скрещивание испытуемого организма с гомозиготным по исследуемому признаку в целях выяснения его генотипа</p> | <p><b>Вариант гомозиготности особи с доминантным признаком</b></p> <p>P            ♀A_ × ♂aa</p> <p>                  ↓                    ↓</p> <p>Гаметы    A; _                    a;a</p> <p>                  ↓</p> <p>F<sub>1</sub>                    Aa</p> <p>Фенотипическое единообразие</p> <p>                  A_ = AA (гомозиготна)</p> | <p>Если при скрещивании особи с доминантным генотипом с рецессивной гомозиготной особью полученное потомство единообразно, значит, исследуемая особь является доминантной гомозиготой по данному признаку</p>           |
|   | <p><b>Вариант гетерозиготности анализируемой особи</b></p> <p>P            ♀A_ × ♂aa</p> <p>Гаметы    A; _                    a;a</p> <p>F<sub>1</sub>                    Aa                    aa</p> <p>Расщепление    1:1</p> <p>                  A_ = Aa</p>   | <p>Если при скрещивании особи с доминантным генотипом с рецессивной гомозиготной особью, полученное потомство дает расщепление 1:1, значит исследуемая особь является доминантной гетерозиготой по данному признаку</p> |

### Закон сцепленного наследования

Е. Морган, 1911

Сцепленное наследование – совместное наследование генов, сосредоточенных в одной хромосоме, гены образуют группы сцепления

#### Без кроссинговера

P  $\frac{A}{a} \frac{B}{b}$  ×  $\frac{a}{a} \frac{b}{b}$   
Гаметы: AB;ab ab;ab  
F<sub>1</sub> AaBb aabb  
Расщепление 1:1 (50% : 50%)

#### С кроссинговером

P  $\frac{A}{a} \frac{B}{b}$  ×  $\frac{a}{a} \frac{b}{b}$   
↓  
 $\frac{A}{a} \frac{B}{b}$   $\frac{A}{a} \frac{b}{b}$

Гаметы: AB;Ab;aB;ab ab

F<sub>1</sub>  $\frac{AaBb - 42\%; aabb - 42\%;}{Aabb - 8\%; aabb - 8\%}$

Сцепленные гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно, не давая независимого распределения. Группы генов находящиеся в одной хромосоме, называют группами сцепления. Число групп сцепления соответствуют гаплоидному набору хромосом.

Нарушение сцепленного наследования происходит в результате **кроссинговера**. В этом случае происходит появление особей с иными сочетаниями признаками – **кроссверных**; их количество всегда значительно меньше и зависит от расстояния между генами в хромосоме. Чем оно больше, тем чаще происходит перекрест между генами

| Закон  | Формулировка закона  | Схема скрещивания   |
|--|--|---|
| <p><b>Наследование признаков, сцепленных с полом</b></p> <p>Признаки, гены которых расположены в половой хромосоме, называются сцепленными с полом</p> | <p>Наследование сцепленного с полом гена гемофилии – h, нормальный ген – H</p> <p>P <math>XHXh</math> × <math>XHY</math><br/> <small>носительница гена гемофилии      здоровый мужчина</small></p> <p>гаметы: <math>XHXh</math>      <math>XHY</math></p> <p>F<sub>1</sub> <math>XHXH</math> <math>XHXh</math> <math>XHY</math> <math>XhY</math><br/> <small>здоровая женщина      носительница гемофилии      здоровый мужчина      гемофилик-мужчина</small></p> | <p>Если рецессивный ген, определяющий проявление признака, локализован в женской хромосоме, то женщина является носителем, а проявление признака происходит у мужчин.</p> <p>Рецессивный признак передается от матерей сыновьям и проявляется, а от отцов – дочерям, и они становятся носителями гена (например, гемофилия, дальтонизм)</p> |
| <p>Гипотеза чистоты гамет.</p> <p>Г. Мендель, 1856 г.</p>  | <p>P<sub>1</sub>      + AABb × aabb</p>  <p>гаметы: AB ; AB      ab ; ab</p>  | <p>Находящиеся в данном организме пары альтернативных признаков (желтая и зеленая окраска) не смешиваются при образовании гамет, по одному из каждой пары переходят в них в чистом виде</p>   |
| <p><b>Закон гомологических рядов наследственной изменчивости</b></p> <p>Н. И. Вавилов, 1920 г.</p>   |  | <p>Генетически близкие виды и роды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости</p>  |



## Селекция организмов

### Основные методы селекции

Таблица 29.

| Методы                     | Селекция животных  | Селекция растений   |
|----------------------------|--|---|
| Искусственный отбор        | По хозяйственно ценным признакам и по внешнему виду (экстерьеру).<br>По способности к контактам с человеком и возможности содержания в неволе  | По наличию ценных для человека признаков.<br>По приспособленности к местным условиям среды.<br>По месту происхождения   |
| а) Массовый                | Не применяется   | Применяется для перекрестно опыляемых растений  |
| б) Индивидуальный          | Применяется жесткий индивидуальный отбор по ценным для человека признакам  | Применяется для выделения чистых линий и для самоопыляющихся растений   |
| Гибридизация               | Осуществляется с помощью простых и сложных скрещиваний.<br>Простые – однократные скрещивания между двумя родительскими формами.<br>Сложные – в которых задействуются более чем две родительские формы или происходит повторное скрещивание гибридного потомства с одним из родителей |   |
| Неродственная – аутбридинг | Скрещивание отдаленных пород, отличающихся контрастными признаками. Ведет к <b>гетерозису</b> <sup>1</sup> . У животных потомство бесплодно (мул – гибрид осла и лошади)   | Скрещивание различных сортов (нутривидовое, межвидовое, межродовое), ведущее к гетерозису. Используется для получения гетерозиготных популяций и повышения продуктивности. Для получения плодовых гибридов применяют полиплоидию (капустно-редечный гибрид) |

<sup>1</sup>Гетерозис – высокая жизнеспособность, возникающая в результате скрещивания генетически отдаленных форм.

|                               |   |  |
|-------------------------------|---|--|
| Близкородственная – инбридинг | Скрещивание между близкими родственниками для получения гомозиготных – <b>чистых линий</b> с желательными признаками, т. е. для закрепления этих признаков. Часто ведет к снижению жизнеспособности   | Искусственное самоопыление у перекрестноопыляющихся растений, для получения чистых линий, используемых для дальнейшего скрещивания   |
| Полиплоидия                   | Кратное увеличение набора хромосом. Используется крайне редко – при выведении новых пород тутового шелкопряда   | Большинство культурных растений являются полиплоидами.<br><b>Автоплоиды</b> – имеют увеличенный по сравнению с исходным набор хромосом.<br><b>Аллоплоиды</b> – имеют в геноме суммированные наборы хромосом разных видов (ржано-пшеничная форма – тритикале) |
| Испытание самцов по потомству | Искусственное осеменение от самцов-производителей, качества которых проверяют по потомству  | Не применяется   |
| Искусственный мутагенез       | Получение мутаций, контролируемое человеком, под воздействием рентгеновских, ультрафиолетовых, гамма- и тепловых лучей, температуры, химических веществ и т. д. Используется в основном в селекции микроорганизмов  |  |
| Генная инженерия              | Целенаправленное создание новых комбинаций генов в молекуле ДНК. Искусственно полученный ген встраивают в самокопирующуюся ДНК бактериофага и вводят в бактериальную клетку. В результате бактерии приобретают новые, необходимые человеку качества (способны синтезировать интерферон)   |  |
| Клеточная инженерия           | Метод конструирования новых клеток на основе их культивирования, гибридизации и реконструкции. <b>Гибридизация</b> – объединение целых клеток для получения нового, гибридного генома. <b>Реконструкция</b> – позволяет создать новую клетку из отдельных фрагментов (ядра, цитоплазмы и т. д.). Имеется возможность объединения животной и растительной клеток. Уже сейчас используется в создании новых сортов растений, растения выращиваются из культуры клеток |  |

## Эволюционное учение Движущие силы эволюции

Таблица 30.

| Фактор   | Проявление  |
|--|---|
| Наследственная изменчивость<br>(Ч. Дарвин)     | Способность приобретать новые признаки, различия между особями и передавать их по наследству  |
| Борьба за существование<br>(Ч. Дарвин)         | Совокупность отношений между особями и различными факторами внешней среды   |
| Естественный отбор<br>(Ч. Дарвин)              | Выживание наиболее приспособленных организмов благодаря полезным индивидуальным признакам   |
| Дрейф генов<br>(синтетическая теория эволюции) | Изменение частоты встречаемости генов в популяции в ряду поколений под действием случайных факторов. Например – резкое уменьшение численности популяции в результате стихийных бедствий или резкое увеличение численности популяции (массовое распространение вредителей) |
| Изоляция<br>(синтетическая теория эволюции)    | Возникновение любых барьеров, препятствующих скрещиванию особей внутри популяции: географических, экологических, физиологических и т. п.  |

Таблица 31.

## Формы борьбы за существование

| Формы борьбы                              | Сущность и результат борьбы  | Примеры  |
|---|--|--|
| Внутривидовая                             | Выживание наиболее приспособленных особей внутри вида. Победа более жизнеспособной популяции над менее жизнеспособной, занимающей ту же экологическую нишу | Борьба самцов за самку, борьба за лучшую территорию, за корм, за свет и воду (среди растений)  |
| Межвидовая                                | Включает в себя взаимоотношения особей различных видов   |  |
|   | Занимающих сходную экологическую нишу  | Кролики и овцы в Австралии, хищники примерно одного размера, проживающие в сходных условиях. Ярусность в лесу                              |
|   | Хищник-жертва  | Поедание хищниками жертв   |
|   | Хозяин – паразит   | Взаимоотношения, распространенные как среди растений, так и среди животных   |
| Борьба с неблагоприятными условиями среды | Выживание наиболее приспособленных видов в крайних или изменившихся условиях   | Приспособления животных и растений к различным условиям среды – изменение окраски и густоты шерсти зимой, листья-иголки у кактусов и т. п. |



Таблица 32.

## Сравнительная характеристика естественного и искусственного отбора

| Показатели                                      | Искусственный   | Естественный   |
|---|---|--|
| Исходный материал для отбора                    | Индивидуальные признаки организма   | Индивидуальные признаки организма  |
| Отбирающий фактор                               | Человек   | Условия среды (живая и неживая природа)  |
| Критерии  | Полезность признака для человека  | Приспособленность вида к условиям среды  |
| Источник генетического разнообразия             | Наследственная изменчивость. Искусственные мутации, скрещивание и т. п.   | Наследственная изменчивость. Естественные мутации  |
| Сроки   | Относительно короткие сроки   | Длительный период времени  |
| Результат                                       | Новые сорта растений, породы животных, штаммы микроорганизмов. Часто ведет к появлению видов не возможных в природе (капустно-редечный гибрид)                      | Новые виды   |
| Формы отбора                                    | Массовый, индивидуальный, бессознательный, методический (сознательный)  | Движущий, стабилизирующий, дизруптивный  |
| Значение для эволюции                           | В результате взаимодействия домашних животных, культурных растений и дикой природы, возможно появление новых видов на основе искусственно выведенных пород и сортов | Является направляющим фактором эволюции, играет ведущую роль в возникновении многообразия органического мира |
| Значение приобретенных признаков для организмов | Могут быть вредными для самих организмов. Основной показатель – значимость для человека   | Повышают приспособленность организмов к условиям среды   |

Таблица 34.

## Критерии вида

| Критерии вида   | Показатели  |
|-----------------|---|
| Морфологический | Сходство внешнего и внутреннего строения особей одного вида                                 |
| Физиологический | Сходство процессов жизнедеятельности (главным образом размножения) особей одного вида       |
| Биохимический   | Биохимическое сходство (по составу, строению белков, нуклеиновых кислот, углеводов и т. п.) |
| Генетический    | Сходство количества, формы, окраски хромосом (кариотипа)                                    |
| Географический  | Определенный ареал, занимаемый видом в природе  |
| Экологический   | Совокупность факторов внешней среды, в которой существует вид, т. е. его экологическая ниша |

### Видообразование

**Географическое** – происходит в результате географического разделения популяций. Причина – естественные (реки, горы) и искусственные (созданные человеком) барьеры.

**Последовательность:**

Расселение популяций на новые территории → географическая изоляция → отбор в новых условиях среды → возникновение подвидов → биологическая изоляция → появление новых видов

**Экологическое** – происходит в результате мутаций, экологических особенностей отдельных популяций (не сходства времени цветения, брачных ритуалов, образования семян)

**Последовательность:**

Освоение новых экологических ниш, внутри старого ареала (или репродуктивная изоляция) → отбор в новых условиях → биологическая изоляция → возникновение подвидов → появление новых видов

Таблица 37.

## Пути достижения биологического прогресса

| Эволюционные направления                        | Характеристика   | Эволюционное значение   | Примеры  |
|---|--|---|--|
| <b>Арогенез</b> – морфофизиологический прогресс | Сопровождается эволюционными преобразованиями строения и функций организмов – <b>ароморфозами</b> , повышающими уровень организации организмов | Ароморфозы – основной путь прогрессивной эволюции, не носят приспособительный характер, но поднимают организмы на более высокую ступень развития. Возникают признаки крупных систематических групп – классы, типы | Животные: появление половых различий, двусторонняя симметрия тела, теплокровность, появление жаберного и легочного дыхания и т. п.<br>Растения: появление проводящих тканей, опыления, цветка, плода и т. п. |
| <b>Аллогенез</b>                                | Сопровождается возникновением частных приспособлений к условиям среды, без изменения уровня организации – <b>идиоадаптациями</b>               | Эволюция идет вширь, на одном уровне организации. Изменения носят приспособительный характер. Этим путем возникают мелкие систематические группы – виды, роды, семейства  | Животные: разные типы клювов у птиц, различное строение крыла насекомых, разная окраска шерсти.<br>Растения: различная форма листовой пластинки, колючки у кактуса, окраска плодов и т. п.                   |
| <b>Катагенез</b> – морфофизиологический регресс | Сопровождается общим упрощением организации, редукцией некоторых органов – общей <b>дегенерацией</b>   | Чаще всего дегенерация связана с переходом к паразитическому или сидячему образу жизни  | Животные – редукция органов зрения у пещерных и подземных животных, упрощение организации у паразитических форм.<br>Растения: редукция корней и листьев у повилки  |

Таблица 41.

## Доказательства эволюции

| Доказательства эволюции | Примеры   |
|-------------------------|---|
| Палеонтологические      | <p>Многочисленные палеонтологические находки свидетельствуют о том, что древние формы жизни отличаются от ныне живущих. Определяя возраст находок и располагая их в хронологическом порядке, можно сделать вывод, что растительный и животный мир изменялся от простого к сложному.</p> <p>Находки промежуточных ископаемых видов, животных и растений, которые связывают между собой различные группы организмов (зверозубый ящер – иностранцевия, является промежуточной формой между пресмыкающимися и млекопитающими). Палеонтологам удалось восстановить <b>филогенетические ряды</b> некоторых животных. Примером может служить эволюция лошади. Наиболее древние ее предки были размером с лисицу, с четырехпалыми передними конечностями, трехпалыми задними и зубами травоядного типа. Они жили в местностях с теплым и влажным климатом, передвигались скачками</p> |

|   |  |
|---|--|
| <p>Сравнительно-анатомические (морфологические)</p> | <p>Сравнительно-анатомические доказательства базируются на изучении и сравнении строения различных живых организмов. Современная наука дает много фактов, подтверждающих общий план строения организмов различных систематических групп:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Клеточное строение организмов.</li> <li>• Похожее строение живых организмов близких систематических групп (например, сходный план строения позвоночных животных).</li> <li>• Сравнение отдельных органов позвоночных разных классов дает убедительные доказательства эволюции: <b>гомологичные</b> и <b>аналогичные</b> органы.</li> <li>• В некоторых случаях у организмов происходит возврат к признакам предков и появляются <b>атавизмы</b> (рост хвоста у человека, появление лишней пары сосков, рождение зебровидноокрашенных жеребят</li> <li>• <b>Переходные</b> формы, сочетающие в себе признаки нескольких крупных систематических единиц (утконос и ехидна, сочетающие в себе признаки пресмыкающихся и млекопитающих, одноклеточный организм эвглена зеленая имеет признаки, типичные для растений (хлоропласты и способность к фотосинтезу) и для животных (жгутики, светочувствительный глазок, способность питаться готовой органикой)).</li> </ul> |
| <p>Эмбриологические доказательства</p>              | <p>Ф. Мюллер и Э. Геккель установили закон соотношения онтогенеза и филогенеза, который получил название <b>биогенетического закона</b>. Основная идея этого закона заключается в том, <b>что индивидуальное развитие (онтогенез) кратко повторяет историческое развитие вида (филогенез)</b>. Современные исследования показали, что в онтогенезе обычно повторяется строение не взрослых стадий предков, а их зародышей. На эмбриональных стадиях развития могут возникать новые наследственные изменения (увеличение числа позвонков у змей по сравнению с другими пресмыкающимися)</p>   |

# Экология

## Экологические факторы

Таблица 42.

| Группы факторов  | Примеры приспособленности   |
|--|---|
| <b>Абиотические:</b><br>Свет – основной источник энергии для всех процессов, происходящих на Земле   | По отношению к свету растения делятся на светолюбивые и теневыносливые. Приспособления к различной освещенности у растений: листовая мозаика, ярусность, способность двигаться за светом, раннее цветение первоцветов.<br>Приспособления у животных: способность видеть в ультрафиолетовом свете, хорошее развитие слуха, осязания, обоняния у ночных животных  |
| Температура – обеспечивает протекание ферментативных процессов в клетках. Влияет на рост, развитие и другие проявления жизнедеятельности   | Приспособления к различным температурным условиям: <ul style="list-style-type: none"><li>• у растений – листопад, отмирание наземных частей, уход под снег, опушение, плотный лиственный покров, превращение листьев в хвою;</li><li>• у животных – теплокровность, теплая шерсть, подкожная клетчатка, зимняя спячка, анабиоз, миграции</li></ul>  |
| Влажность – содержание воды в воздухе, почве и живых организмах. Вода играет важнейшую роль в жизнедеятельности клетки, являясь условием для протекания всех биологических процессов | Приспособления у растений: сильное развитие корневой системы, уменьшение листовой пластинки, восковой налет и опушение на листьях, потеря листьев (саксаул), сбрасывание листьев, отмирание наземных частей.<br>Приспособления у животных: разложение жиров и углеводов до воды (верблюды, пустынные насекомые), специальные покровы тела, отсутствие потовых желез (пресмыкающиеся), спячка, анабиоз. По отношению к воде растения делятся на гидрофиты (водные), гигрофиты (обитатели влажных мест), мезофиты (живущие в условиях средней влажности), ксерофиты (обитают в засушливых местах). Животные по отношению к воде делятся на первично-водные, полуводно-наземные, наземно-воздушные |

| Группы факторов   | Примеры приспособленности  |
|---|--|
| <p><b>Биотические</b><br/>1. Влияние растений друг на друга</p>   | <p>Ярусность, подземная ярусность корневых систем, использование одних растений как опоры для других, паразитизм</p>   |
| <p>2. Взаимодействие растений и животных</p>  | <p>Приспособления растений к опылению насекомыми, к распространению плодов и семян с помощью животных. У животных приспособления к древолазанию, полету, приобретение сходства с органами растений</p>   |
| <p>3. Взаимодействие животных друг с другом</p>   | <p>Хищничество, паразитизм, симбиоз, конкуренция внутривидовая, межвидовая и т. п.</p>   |
| <p>4. Взаимодействие животных и растений с бактериями, грибами, вирусами</p>  | <p>Симбиоз гриба и водоросли – лишайники, симбиоз животных и кишечных бактерий. Разложение органических остатков почвообразующими бактериями. Микроорганизмы являются пищей для некоторых животных</p>   |
| <p><b>Антропогенные</b><br/>(воздействие человека, его хозяйственной деятельности)<br/>1. Воздействие на растения</p> | <p><b>Положительное:</b> посадка лесов, парков, создание новых сортов, организация охраняемых территорий (заказников, заповедников), расселение растений.<br/><b>Отрицательное:</b> уничтожение растений, вытаптывание, сбор лекарственного сырья</p>  |
| <p>2. Воздействие на животных</p>   | <p><b>Отрицательное:</b> уничтожение животных, создание непригодных условий для существования многих видов животных. Эксперименты на животных.<br/><b>Положительное:</b> расселение, выведение новых пород, создание условий для жизни некоторых животных (дома, постройки для животных, приспособившихся жить рядом с человеком), помощь животным в неблагоприятных условиях, искусственное размножение редких видов животных</p> |
| <p>3. Воздействие на <b>абиогенные</b> факторы</p>  | <p>Осушение рек и болот, загрязнение окружающей среды, выброс радионуклидов, тяжелых металлов, вытаптывание почв, шум, не рациональное ведение сельского хозяйства</p>   |

Таблица 43.

## Структура биоценоза

| Компонент   | Функции  | Представители  |
|---|--|--|
| <b>Продуценты</b> (производители). Продуценты способны синтезировать органические вещества из неорганических с использованием солнечной энергии | Составляют основу биогеоценоза – производят первичное органическое вещество, благодаря фотосинтезу ( $4 \times 10^7$ т/год). Выделение в атмосферу кислорода, связывание углерода в виде $\text{CO}_2$   | Автотрофы. Наземные биогеоценозы – <b>высшие растения</b> , водоемы – водоросли. <b>Автотрофные бактерии</b> (фотосинтезирующие и хемосинтезирующие) имеют гораздо меньшее значение в биогеоценозе |
| <b>Консументы</b> (потребители). Гетеротрофы – организмы, использующие для питания готовые органические вещества                                | В цепях питания и цепях разложения потребляют органическое вещество. Усвоение энергии, заключенной в органическом веществе достигает 10%, поэтому пищевые уровни приобретают вид суживающийся пирамиды (экологические пирамиды массы, чисел, энергии)  | Первичные и вторичные гетеротрофы. К <b>первичным гетеротрофам</b> относятся травоядные животные (поедают растения), а к <b>вторичным</b> – плотоядные (поедают травоядных животных)               |
| <b>Редуценты</b> (деструкторы)  | Редуценты разлагают органические остатки продуцентов и консументов на более простые органические и неорганические соединения. В процессе питания редуценты сначала различают органические вещества до простейших молекул, а затем минерализуют их до воды, двуокиси углерода и элементов. Продукты минерализации вновь используются растениями | <b>Детритофаги</b> – гетеротрофные (гнилостные и т. п.) бактерии, грибы, животные, питающиеся падалью (жуки-могильщики, черви и т. п.)   |