

Н. Д. ЛИСОВ  
Л. В. КАМЛЮК

# БИОЛОГИЯ

СПРАВОЧНИК  
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ, ОЛИМПИАДАМ  
И ПОСТУПЛЕНИЮ В ВУЗ



Москва

УДК 373.5:57  
ББК 28я721  
Л63

Рецензенты

*Л. М. Кукушкина* — кандидат биологических наук

*Т. Н. Жданова* — учитель биологии высшей квалификационной категории

Макет подготовлен при содействии ОДО «Аверсэв» (aversev.by)

**Лисов, Николай Дмитриевич.**

Л63 Биология : справочник для подготовки к ЕГЭ, олимпиадам и поступлению в вуз / Н. Д. Лисов, Л. В. Камлюк. — Москва : Эксмо, 2026. — 768 с. — (Полный справочник для поступающих в вузы).

ISBN 978-5-04-111675-0

Справочник предназначен для углубленного изучения биологии и адресован старшеклассникам и абитуриентам. Приводится подробное изложение основных тем школьного курса. Кроме того, для лучшего запоминания и усвоения информации даны схемы, наглядные таблицы и рисунки.

Издание поможет учащимся подготовиться к ЕГЭ по биологии, олимпиадам и дополнительным вступительным испытаниям (ДВИ). Книга будет также полезна учителям и репетиторам при организации учебного процесса и подготовке учебных материалов.

УДК 373.5:57  
ББК 28я721

ISBN 978-5-04-111675-0

© Лисов Н. Д., Камлюк Л. В., 2026  
© ОДО «Аверсэв», текст, иллюстрации, 2026  
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2026

## ► ПРЕДИСЛОВИЕ

---

**Н**астоящее пособие адресовано выпускникам и абитуриентам, которые готовятся сдавать единый государственный экзамен (ЕГЭ) по биологии в вузы и ссузы.

Задания, предлагаемые на экзамене, в значительной степени основаны на материале школьных учебных пособий. Однако далеко не всем абитуриентам они доступны. В силу этого подготовка вызывает значительные трудности, так как поиск соответствующей учебной литературы отнимает немало времени и не всегда завершается успешно.

Предлагаемое пособие решает эту проблему. Его содержание включает все основные термины и понятия, составляющие основу понятийного аппарата школьного курса биологии. Издание соответствует также программе вступительных экзаменов. В нем последовательно рассматриваются многообразие органического мира и его классификация, основные группы организмов от бактерий и протистов до высших животных, среда их обитания, распространение, строение, особенности процессов жизнедеятельности, значение каждой группы в природе и жизни человека.

В книге достаточно подробно изложены гипотезы происхождения жизни на Земле, закономерности эволюции видов живой природы и надвидовых таксонов, происхождения и эволюции человека, вопросы поведения как результата эволюции.

Один из разделов посвящен организму человека, где кратко рассмотрены его строение и функционирование как целостной системы, отдельные системы органов, регуляция и координация их работы, особенности воспроизведения человека, его гигиена и психология, наиболее распространенные болезни и их профилактика.

Значительное внимание в пособии уделено общим закономерностям в живой природе. Здесь последовательно рассматриваются химические компоненты живых организмов, строение и функционирование клетки как наименьшей структурной и функциональной единицы, ее отдельных органоидов и структур. Достаточно подробно и доступно изложены вопросы метаболизма, структурной организации и регуляции функций



живых организмов, их размножения и индивидуального развития, наследственности и изменчивости, взаимосвязи организмов и условий окружающей среды.

Кроме того, описаны основные закономерности, характерные для живых систем более высокого ранга — популяций, видов, экосистем, биосферы.

Текст учебного пособия сопровождается иллюстрациями, схемами, таблицами. Основные термины выделены полужирным шрифтом, а дополняющие и комментирующие их понятия — светлым курсивом.

## ► ВВЕДЕНИЕ

---

**Биология** — наука о живой природе. Термин «биология» (гр. *биос* — жизнь, *логос* — слово, учение) впервые был предложен в 1802 г. французским натуралистом Ж. Б. Ламарком и независимо от него немецким ботаником Г. Р. Тревиранусом.

*Предметом* исследования биологии являются все проявления жизни: строение и функции живых существ и их природных сообществ, происхождение и развитие разных групп организмов, связи живых организмов друг с другом и с неживой природой.

В зависимости от объектов исследования в биологии выделяется ряд наук: животных изучает *зоология*, растения — *ботаника*, микроорганизмы — *микробиология*, грибы — *микология*, лишайники — *лихенология*, водоросли — *альгология*, вирусы — *вирусология*.

В пределах зоологии сформировались более узкие дисциплины, например *энтомология* (о насекомых), *орнитология* (о птицах), *ихтиология* (о рыбах), *териология* (о млекопитающих) и др., в ботанике — *бриология* (о мхах), *дендрология* (о древесных растениях) и др.

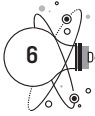
Многообразие организмов и распределение их по группам — область *систематики*. Изучением истории органического мира занимается *палеонтология*, внутреннего и внешнего строения организмов — *анатомия* и *морфология*, функций живых организмов, их взаимной связи и зависимости от внешних и внутренних условий — *физиология* (например, физиология человека и животных, физиология растений).

Клетку как структурную и функциональную единицу организмов изучает *цитология*, ткани — *гистология*, общие закономерности индивидуального развития организмов — *эмбриология* и *биология развития*.

Химический состав организмов, структуру и функции химических веществ, распределение и превращение в организме исследуют *биохимия* и *молекулярная биология*, а физические и физико-химические явления в клетках и организмах — *биофизика*.

Закономерности наследственности и изменчивости изучает *генетика*, историческое развитие живой природы и многообразия органического мира — *эволюционное учение*.

Вопросами коллективной жизни сообществ живых организмов занимается *этология* — наука о поведении животных и *экология* — наука о взаимоотношениях различных организмов в образуемых ими сообществах между собой и с окружающей средой.



*Биогеография* изучает общие закономерности географического распространения живых организмов на Земле.

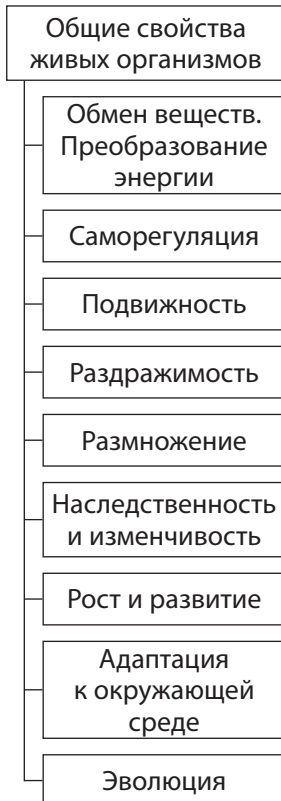
В зависимости от того, в какой области практической деятельности человека используются биологические знания, выделяют такие дисциплины, как:

*биотехнология* — совокупность промышленных методов, позволяющих с высокой эффективностью использовать живые организмы для производства ценных продуктов (антибиотиков, аминокислот, белков, витаминов, гормонов и др.), для защиты растений от вредителей и болезней, для борьбы с загрязнением окружающей среды, в очистных сооружениях и т. п.;

*агробиология* — комплекс знаний о возделывании сельскохозяйственных культур;

*селекция* — наука о методах создания сортов растений, пород животных, штаммов микроорганизмов с нужными для человека свойствами. В этот же ряд следует поставить *животноводство, ветеринарию, медицинскую биологию, фитопатологию* и др.

**Общие признаки и свойства живых организмов.** На Земле проживает неисчислимое множество живых организмов. Организм (лат. *организмус* — орудие, инструмент) — это особь, живое существо, обладающее совокупностью определенных признаков.



Живые существа впервые появились на Земле примерно три с половиной миллиарда лет назад. Современные их потомки достигли большого разнообразия. Число видов живых организмов, населяющих Землю, достигает нескольких миллионов. Среди них есть мельчайшие, микроскопические бактерии, размеры которых составляют 0,5—5 мкм, и огромные, достигающие в высоту нескольких десятков метров эвкалипты и секвойи. Живые организмы различаются по массе тела, сложности строения, распространению в природе, местам обитания. Есть организмы, которые всю жизнь проводят на одном месте; другие же активно передвигаются. Несмотря на такое разнообразие, все организмы имеют определенные общие черты, отличающие их от объектов неживой природы.

**Единство химического состава.** В состав живых организмов входят те же химические элементы, из которых построены объекты неживой природы. Однако соотношение элементов в живых организмах и телах неживой природы неодинаково. 98 % химического состава живых

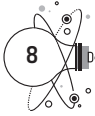
организмов приходится на кислород, углерод, водород и азот, кроме того, живые организмы построены в основном из четырех групп сложных органических молекул: белков, полисахаридов, липидов и нуклеиновых кислот. Состав химических элементов в разных средах неживой природы, в отличие от живых организмов, разный. В водной оболочке Земли (гидросфере) преобладают водород и кислород, в газовой оболочке (атмосфере) — азот и кислород, в твердой оболочке (литосфере) — кремний и кислород.

**Обмен веществ.** Все организмы представляют собой открытые системы, являющиеся устойчивыми лишь при условии непрерывного поступления в них извне веществ и энергии. Живые организмы потребляют, преобразуют и используют вещества и энергию из окружающей среды и возвращают в нее продукты распада и преобразованную энергию, например в виде тепла. Организмы потребляют вещества из окружающей среды в процессе **питания**. Поступившие питательные вещества служат источником атомов различных элементов для построения веществ, свойственных данному виду организмов. Растения, большинство протистов и некоторая часть бактерий способны к фотосинтезу — они сами создают органические вещества из неорганических с помощью энергии света. Фотосинтез — одна из форм *автотрофного* питания. Животные, грибы, часть протистов и большинство бактерий питаются иначе: они используют органические вещества других организмов, расщепляют их ферментами и усваивают продукты расщепления. Такое питание называют *гетеротрофным*.

Поскольку для осуществления всех процессов жизнедеятельности нужна энергия, значительная часть органических веществ, поступающих в результате автотрофного или гетеротрофного питания, используется для ее высвобождения. Высвобожденная в клетках энергия в процессе *дыхания* при расщеплении некоторых высокоэнергетических соединений (углеводов, высших карбоновых кислот, аминокислот) запасается в молекулах *аденозинтрифосфосфорной кислоты (АТФ)*.

Живые организмы выводят из организма конечные, ненужные продукты обмена веществ, которые в большом количестве могут приносить вред. Этот процесс называется *выделением* или *экскрецией*. Конечные продукты обмена — «шлаки» — образуются, например, в процессе дыхания и требуют обязательного удаления. Таким образом, для организмов характерны *обмен веществ* с окружающей средой и *энергозависимость*.

**Саморегуляция.** Живые организмы способны поддерживать, с одной стороны, постоянство своего химического состава, а с другой — интенсивность обменных процессов. Недостаток поступления каких-либо веществ мобилизует внутренние ресурсы организмов, а их избыток вызывает прекращение синтеза этих веществ. Это свойство называется *саморегуляцией*.



**Подвижность.** Многие живые организмы (животные, некоторые протисты и бактерии) обладают способностью перемещаться из одного места в другое, т. е. способностью к движению. Животным, например, необходимо передвигаться в поисках пищи, спасаясь от врагов, находить партнеров для размножения.

Двигательные реакции можно наблюдать и у растений: движение органоидов внутри клеток, ростовые движения органов (листьев, корней, стеблей), хотя они происходят медленнее, чем у животных.

**Раздражимость.** Все живые существа тем или иным образом реагируют на изменения внешней и внутренней среды, что помогает им выжить. Способность отвечать на внешние или внутренние воздействия называется *раздражимостью*. Например, у млекопитающих при повышении температуры тела кровеносные сосуды кожи расширяются, рассеивая избыточное тепло и тем самым восстанавливая оптимальную температуру тела. Любое изменение в окружающей среде является раздражителем, а реакция организма на его действия — проявлением раздражимости. Сочетания «раздражитель — реакция» могут накапливаться в виде опыта и использоваться организмом в дальнейшем.

**Размножение.** Продолжительность жизни каждого отдельного организма ограничена, в то время как виды могут существовать неопределенно долго благодаря смене поколений. При размножении организмы воспроизводят себе подобных, тем самым увеличивая численность особей. При этом реализуется свойство организмов хранить и передавать признаки из поколения в поколение, называемое наследственностью. Благодаря размножению численность любого вида поддерживается в течение длительного времени на определенном уровне. Смена поколений обеспечивается бесполом и половым размножением.

Размножение может осуществляться двумя способами — бесполом и половым. *Бесполое* размножение происходит путем деления клетки пополам (одноклеточные бактерии и протисты), образованием специальных клеток — спор (растения и грибы) и частями тела (характерно для растений, грибов и некоторых животных). При бесполом размножении молодые организмы образуются только от одного материнского, поэтому все они похожи друг на друга и, как правило, на материнский организм.

При *половом* размножении организм развивается из зиготы, которая образуется в результате слияния специальных половых клеток — гамет, образованных двумя родителями. Мужские гаметы называются *сперматозоидами*, женские — *яйцеклетками*. Новый организм отличается как от отцовского, так и от материнского, потому что он получил наследственные свойства обоих родителей. Комбинирование наследственных признаков обуславливает разнообразие потомства, возникающего при половом размножении.

**Наследственность и изменчивость.** Воспроизведение себе подобных тесно связано с *наследственностью*, т. е. способностью организ-

мов передавать потомкам свои признаки и свойства в неизменном виде. В основе наследственности лежит стабильность носителей генетической информации — нуклеиновых кислот. Генетическая информация, заключенная в ДНК, определяет возможные пределы развития организма, его структур, функций и реакций на окружающую среду. В то же время потомки обычно бывают похожи на своих родителей, но не идентичны им. Способность организмов приобретать в ходе онтогенеза новые свойства и признаки и утрачивать старые называется *изменчивостью*.

**Рост и развитие.** Возникновение нового организма (из клетки, споры, части тела или зиготы) сопровождается изменением его внешнего и внутреннего строения. Этот процесс называется *развитием*. Развитие связано также с *ростом* — постепенным увеличением размеров развивающегося организма.

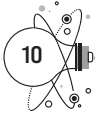
**Адаптации к окружающей среде.** Живые организмы хорошо приспособлены к среде обитания. Они прекрасно соответствуют своему образу жизни. Достаточно ознакомиться со строением крота, рыбы или паразитического червя, чтобы представить в общих чертах, как они живут. Особенности строения, жизнедеятельности и поведения, обеспечивающие выживание и размножение организмов в их среде обитания, называются *адаптациями* (приспособлениями).

**Клеточное строение.** Тело всех живых организмов образовано клетками. *Клетка* — элементарная единица строения и жизнедеятельности живых организмов, обладающая собственным обменом веществ, способная к самостоятельному существованию, самовоспроизведению и развитию.

Организмы разных групп различаются своей структурной организацией: они могут быть маленькими и большими, представлять собой одну клетку, колонию клеток или быть многоклеточными. Вместе с тем все организмы обладают общим свойством — они имеют клеточное строение.

Все клеточные формы жизни на Земле подразделяют на два надцарства: *прокариоты* (лат. *про* — вместо, впереди, гр. *карион* — ядро) — доядерные организмы и *эукариоты* (гр. *эу* — хорошо, полностью) — ядерные организмы. К прокариотам относятся все бактерии, к эукариотам — протисты, грибы, растения и животные. Несмотря на многообразие форм, организация клеток всех живых организмов подчинена единому структурному принципу — клетка состоит из трех



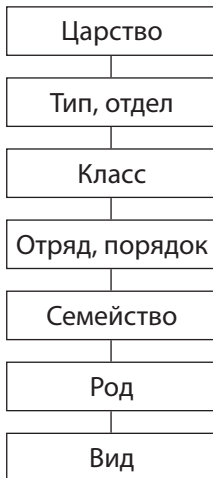


основных частей: поверхностного аппарата, цитоплазмы с органоидами и включениями и ядерного аппарата.

**Эволюция.** Только живые организмы способны изменяться и совершенствоваться, приспособляясь к изменяющимся условиям среды и порождая новые разнообразные формы. Этот процесс называют *эволюцией*. В результате эволюции возникло все многообразие живых организмов.

**Классификация живых организмов.** Разнообразие жизни на Земле с трудом поддается описанию. Полагают, что сейчас на нашей планете обитает свыше 10 млн видов живых организмов и не менее 500 млн видов вымерло в предыдущие геологические эпохи. Нет и никогда не будет человека, который знал бы все эти виды организмов. В таком многообразии без определенной системы невозможно ориентироваться. Со времен Аристотеля перед натуралистами и естествоиспытателями стояла задача деления организмов на группы, что сделало бы их изучение более удобным. Созданием системы живой природы занимается *систематика*. Ее предметом является описание, обозначение, классификация и построение системы живых организмов, которая не только отражает сходство в строении организмов и их родство, но и учитывает историю возникновения и эволюцию разных групп организмов. При делении живых организмов на группы и построении биологической системы используется совокупность признаков организмов, таких как особенности строения организмов и их клеток, история развития группы на основе ископаемых остатков, особенности размножения и эмбрионального развития, нуклеотидный состав ДНК и РНК, состав белков, тип питания, тип запасных питательных веществ, распространение организмов и т. д.

**Принципы систематики. Основные систематические категории.** Первую научную систему живой природы создал шведский натуралист



К. Линней в 1758 г. В основу своей системы К. Линней положил два принципа: бинарной номенклатуры и иерархичности. В соответствии с *бинарной номенклатурой* каждый вид называется по латыни двумя словами: существительным, обозначающим род, и прилагательным — вид. Например, *Homo sapiens* (Человек разумный), *Homo neandertalensis* (Человек неандертальский), *Ranunculus sceleratus* (Лютик ядовитый), *Trifolium repens* (Клевер ползучий) и т. д.

*Принцип иерархичности*, или *соподчиненности*, означает, что, подобно тому как в армии отделения объединяются во взводы, взводы — в роты, роты — в батальоны, батальоны — в полки и т. д., виды животных, например, объединяют в роды, роды — в семейства, семейства — в отряды, отряды — в классы, классы — в типы, типы — в царство. При классифи-

кации бактерий, грибов и растений вместо ранга *отряд* используется *порядок*, а вместо *тип* — *отдел*. Часто, чтобы подчеркнуть разнообразие в какой-либо группе, используют подчиненные категории, например *подвид*, *подкласс*, *надкласс*, или *подтип*.

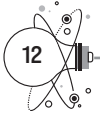
Основной систематической единицей является *вид*. Родственные виды объединяются в *роды*. Например, род *Номо*, помимо единственного существующего ныне на Земле вида *Номо sapiens*, включает и вымершие виды *Номо habilis* (Человек умелый) и *Номо erectus* (Человек прямоходящий). Группа похожих родов, связанных общим происхождением, составляет *семейство*. Например, человек относится к семейству гоминид, или человекообразных. Далее следует уровень *отряда*. Соответственно отряд — это группа схожих семейств. *Номо sapiens* относится к отряду *Primates* — Приматы наряду с обезьянами, мартышками и лемурами. Похожие отряды, имеющие общее происхождение, объединяются в *классы*, а сходные классы — в еще более крупные категории — *типы*. Человека, как и всех приматов, а также другие отряды относят к классу Млекопитающие (*Mammalia*), который входит в тип Хордовые (*Chordata*). Общим признаком хордовых, как известно, является наличие в организме ближе к спинной стороне тонкого упругого тяжа — *хорды* хотя бы на каком-нибудь этапе развития. Представители класса Млекопитающие на ранних этапах индивидуального развития также имеют хорду, которая в ходе онтогенеза замещается позвоночником.

И наконец, последняя, наивысшая категория — *царство*. В царство объединяют похожие типы, связанные общим происхождением. Все позвоночные типа Хордовые, и, конечно, человек в их числе, относятся к царству *Animalia* — Животные.

Во времена Линнея наивысшим рангом считалось царство живых организмов. Теперь часто употребляют такую систематическую категорию, как *надцарство*. Примером являются надцарства Прокариоты и Эукариоты.

**Царства живых организмов.** До настоящего времени нет устоявшейся точки зрения на количество царств живой природы, их могут выделять от 4 до 22. Самой простой и наиболее распространенной является система, где все организмы разделены на пять царств. В соответствии с этой системой каждый вид организмов относится к одному из царств: Бактериям, Протистам, Грибам, Растениям или Животным.

*Бактерии* — одноклеточные, колониальные или многоклеточные авто- или гетеротрофные организмы, клетки которых не имеют оформленного ядра. Клетки бактерий, помимо этого, не имеют в своем составе ограниченных мембраной органоидов. Бактерии являются прокариотами. Прокариоты, или доядерные, — организмы, не обладающие (в отличие от эукариот) оформленным ядром и внутренними мембранными органоидами.



*Протисты\** — одноклеточные, колониальные или многоклеточные ядерные организмы. В отличие от бактерий, в их клетках содержатся ядро и многочисленные органоиды. По типу питания протисты могут быть как автотрофами, так и гетеротрофами. Гетеротрофные протисты называются *простейшими*. Все они одноклеточные. Автотрофные протисты называются *водорослями*. В их клетках содержатся хлоропласты. Они могут быть одноклеточными, колониальными или многоклеточными. Многоклеточные протисты имеют разнообразную форму: нитей, ветвящихся жгутов, лент, надрезанных пластин. Однако их тело не имеет органов и тканей.

*Грибы* — исключительно гетеротрофные организмы. Питательные вещества они поглощают всей поверхностью тела. Тело большинства грибов образовано тонкими, нитевидными бесцветными *гифами*, заполненными цитоплазмой. Гифы одних грибов разделены перегородками на клетки, а других — не разделены. Цитоплазма соседних клеток гриба составляет единое целое — в перегородках между клетками есть отверстия. В цитоплазме расположены одно или несколько ядер и органоиды; пластиды отсутствуют. Грибы — неподвижные организмы.

*Растения* — многоклеточные организмы. Их тело дифференцировано на органы: корень, стебель и листья. Органы образованы разнообразными тканями. Растения — автотрофные организмы. В их клетках имеются хлоропласты, в которых осуществляется фотосинтез. Растения ведут неподвижный образ жизни.

*Животные* — многоклеточные организмы. Для животных характерны разнообразные органы, объединенные в системы. Все животные — гетеротрофы. Пищу животные заглатывают. Для этого у них имеется мускулистый орган — глотка. У многих животных развились различные приспособления для захвата и удержания пищи.

Активное передвижение — также характерный признак животных. Для этого им служат ноги, крылья, лапы, плавники. У многих животных, в отличие от организмов других царств, имеются органы чувств (зрения, слуха, обоняния, осязания, вкуса), позволяющие им воспринимать информацию из среды обитания и соответственно реагировать на нее.

Протисты, грибы, растения и животные являются *эукариотами*. Их клетки имеют оформленное ядро. В ядре заключены хромосомы, которые содержат наследственную информацию (в виде определенной последовательности нуклеотидов в молекулах ДНК) и отвечают за передачу наследственной информации от родителей их потомкам. Кроме ядра, в цитоплазме клеток этих организмов содержатся многочисленные органоиды (митохондрии, эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы, рибосомы, а в клетках растений и многих протистов еще и пластиды), с помощью которых выполняются разнообразные проявления процессов жизнедеятельности.

---

\* В системе о 4 царствах гетеротрофные протисты (простейшие) относятся к животным, автотрофные и автогетеротрофные (водоросли) — к царству растений.



# Глава 1

## ХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

### ► ХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

---

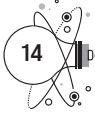
**Содержание химических элементов в организме. Макро- и микроэлементы.** Каждый организм содержит множество химических элементов, участвующих в различных химических реакциях или являющихся составной частью определенных химических веществ. Одних химических элементов в организме больше, других — меньше. На атомарном уровне различий между органическим и неорганическим миром природы нет: живые организмы состоят из тех же атомов, что и тела неживой природы. Однако соотношение разных химических элементов в живых организмах и земной коре сильно различается. Кроме того, живые организмы могут отличаться от окружающей их среды по изотопному составу химических элементов.

**Понятие о макро- и микроэлементах.** Химические элементы, содержание которых в живых организмах составляет от десятков процентов до сотых долей процента, называются *макроэлементами*. К этой группе в первую очередь относятся: кислород (O), углерод (C), водород (H) и азот (N). Это так называемые *основные элементы*. Водород и кислород — составные элементы воды. Они наряду с углеродом и азотом являются основными составляющими органических соединений живых организмов.

В состав молекул многих органических веществ входят также сера (S) и фосфор (P).

К данной важной в биологическом отношении группе принадлежат натрий (Na) и калий (K), магний (Mg) и кальций (Ca), а также галоген хлор (Cl), которые присутствуют в организмах в виде ионов.

Элементы, которые содержатся в живых организмах в исключительно малых количествах (менее 0,01 %), составляют группу *микроэлементов*. Функции микроэлементов весьма разнообразны. Многие микроэлементы входят в состав ряда ферментов, витаминов, дыхательных пигментов, некоторые влияют на рост, скорость развития и т. д.



К этой группе относятся металлы: железо (Fe), цинк (Zn), медь (Cu), кобальт (Co) и марганец (Mn). К жизненно важным микроэлементам принадлежат и некоторые неметаллы: йод (I), селен (Se), фтор (F) и др. Содержание железа не превышает 0,01 %. Другие же микроэлементы содержатся в еще меньшем количестве (тысячные или десятитысячные доли процента), поэтому их часто называют следовыми элементами (или ультрамикроэлементами).

Процентное содержание того или иного элемента не характеризует степень важности его в организме. Например, йод, содержание которого в норме в организме человека не превышает 0,0001 %, входит в состав гормонов щитовидной железы тироксина и трийодтиронина. Эти гормоны регулируют обмен веществ, влияют на рост, развитие и дифференцировку тканей, деятельность нервной системы.

Железо и медь необходимы для кроветворения. Железо, медь и цинк участвуют в клеточном дыхании. Магний, железо, медь, марганец, молибден, цинк входят в состав белков. Цинк, медь и марганец оказывают влияние на рост и развитие организмов. Фтор входит в состав костной ткани и эмали зубов.

Более подробно о биологической роли каждого из элементов можно узнать из табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Биологически важные химические элементы**

Элемент	Содержание, %	Значение
Кислород (O)	65—75	Входит в состав молекул воды и органических веществ, обеспечивает реакции окисления, в ходе которых выделяется необходимая организму энергия
Углерод (C)	15—18	Входит в состав молекул всех органических веществ
Водород (H)	8—10	Входит в состав молекул воды и всех органических веществ
Азот (N)	1,5—3	Входит в состав молекул органических веществ, в том числе белков и нуклеиновых кислот, АТФ
Кальций (Ca)	0,04—2	Входит в состав костной ткани, зубной эмали и раковин, участвует в процессах свертывания крови и обеспечивает сократимость мышечных волокон; у растений входит в состав клеточной стенки



Продолжение таблицы 1.1

Элемент	Содержание, %	Значение
Фосфор (P)	0,2—1	Входит в состав костной ткани и зубной эмали, органических веществ (ДНК, РНК, АТФ и др.)
Сера (S)	0,15—0,2	Входит в состав органических веществ (аминокислот и белков)
Калий (K)	0,15—0,4	Один из основных катионов в организме животных: обеспечивает транспорт веществ через клеточные мембраны, регуляцию ритма сердечной деятельности; участвует в процессах фотосинтеза, генерации биоэлектрических потенциалов
Хлор (Cl)	0,05—0,1	Основной анион в организме животных и человека: входит в состав соляной кислоты желудочного сока
Натрий (Na)	0,02—0,03	Один из основных катионов: обеспечивает транспорт веществ через клеточные мембраны, поддерживает нормальный ритм сердечной деятельности, влияет на синтез гормонов
Магний (Mg)	0,02—0,03	Входит в состав хлорофилла, а также ферментов, катализирующих некоторые реакции энергетического и пластического обмена, а также в состав костной ткани и зубной эмали
Железо (Fe)	0,01	Входит в состав многих ферментов, гемоглобина и миоглобина, участвует в биосинтезе хлорофилла, в транспорте электронов, в процессах дыхания и фотосинтеза
Фтор (F)	0,001	Входит в состав зубной эмали и костной ткани
Йод (I)	0,001	Входит в состав гормонов щитовидной железы