



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. БИОЛОГИЯ КАК НАУКА. МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ.....</b>	<b>8</b>
1.1. Биология как наука, её достижения, методы познания живой природы. Роль биологии в формировании современной естественнонаучной картины мира.....	8
1.2. Уровневая организация и эволюция. Основные уровни организации живой природы. Биологические системы. Общие признаки биологических систем.....	10
<i>Примеры заданий ЕГЭ к разделу 1.....</i>	<i>11</i>
<b>2. КЛЕТКА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА .....</b>	<b>15</b>
2.1. Современная клеточная теория, её основные положения, роль в формировании современной естественнонаучной картины мира. Развитие знаний о клетке. Клеточное строение организмов — основа единства органического мира, доказательство родства живой природы.....	15
2.2. Многообразии клеток. Прокариоты и эукариоты. Сравнительная характеристика клеток растений, животных, бактерий, грибов.....	16
2.3. Химический состав клетки. Макро- и микроэлементы. Взаимосвязь строения и функций неорганических и органических веществ (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, АТФ), входящих в состав клетки. Роль химических веществ в клетке и организме человека .....	18
2.4. Строение клетки. Взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки — основа её целостности.....	31
2.5. Обмен веществ и превращения энергии — свойства живых организмов. Энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь. Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание. Фотосинтез, его значение, космическая роль. Фазы фотосинтеза. Световые и темновые реакции фотосинтеза, их взаимосвязь. Хемосинтез. Роль хемосинтезирующих бактерий на Земле .....	36
2.6. Генетическая информация в клетке. Гены, генетический код и его свойства. Матричный характер реакций биосинтеза. Биосинтез белка и нуклеиновых кислот .....	39
2.7. Клетка — генетическая единица живого. Хромосомы, их строение и функции. Число хромосом и их видовое постоянство. Соматические и половые клетки. Жизненный цикл клетки: интерфаза и митоз. Митоз — деление соматических клеток. Мейоз. Фазы митоза и мейоза. Развитие половых клеток у растений и животных. Деление клетки — основа роста, развития и размножения организмов. Роль мейоза и митоза .....	43
<i>Примеры заданий ЕГЭ к разделу 2.....</i>	<i>51</i>

<b>3. ОРГАНИЗМ КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.....</b>	<b>60</b>
3.1. Разнообразие организмов: одноклеточные и многоклеточные; автотрофы, гетеротрофы, аэробы, анаэробы .....	60
3.2. Воспроизведение организмов, его значение. Способы размножения, сходство и различие полового и бесполого размножения. Оплодотворение у цветковых растений и позвоночных животных. Внешнее и внутреннее оплодотворение .....	60
3.3. Онтогенез и присущие ему закономерности. Эмбриональное и постэмбриональное развитие организмов. Причины нарушения развития организмов .....	64
3.4. Генетика, её задачи. Наследственность и изменчивость — свойства организмов. Методы генетики. Основные генетические понятия и символика. Хромосомная теория наследственности. Современные представления о гене и геноме .....	67
3.5. Закономерности наследственности, их цитологические основы. Закономерности наследования, установленные Г. Менделем, их цитологические основы (моно- и дигибридное скрещивание). Законы Т. Моргана: сцепленное наследование признаков, нарушение сцепления генов. Генетика пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. Взаимодействие генов. Генотип как целостная система. Генетика человека. Методы изучения генетики человека.....	70
3.6. Закономерности изменчивости. Ненаследственная (модификационная) изменчивость. Норма реакции. Наследственная изменчивость: мутационная, комбинативная. Виды мутаций и их причины. Значение изменчивости в жизни организмов и в эволюции ...	76
3.7. Значение генетики для медицины. Наследственные болезни человека, их причины, профилактика. Вредное влияние мутагенов, алкоголя, наркотиков, никотина на генетический аппарат клетки. Защита среды от загрязнения мутагенами.....	77
3.8. Селекция, её задачи и практическое значение. Вклад Н. И. Вавилова в развитие селекции. Методы селекции и их генетические основы. Методы выведения новых сортов растений, пород животных, штаммов микроорганизмов. Значение генетики для селекции. Биологические основы выращивания культурных растений и домашних животных .....	80
3.9. Биотехнология, её направления. Клеточная и генная инженерия, клонирование. Роль клеточной теории в становлении и развитии биотехнологии. Значение биотехнологии для развития селекции, сельского хозяйства, микробиологической промышленности, сохранения генофонда планеты. Этические аспекты развития некоторых исследований в биотехнологии (клонирование человека, направленные изменения генома) .....	83
<i>Примеры заданий ЕГЭ к разделу 3.....</i>	<i>87</i>

<b>4. СИСТЕМА И МНОГООБРАЗИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА</b> .....	96
4.1. Многообразие организмов. Значение работ К. Линнея и Ж.-Б. Ламарка. Основные систематические (таксономические) категории: вид, род, семейство, отряд (порядок), класс, тип (отдел), царство; их соподчинённость. Вирусы — неклеточные формы жизни. Меры профилактики распространения вирусных заболеваний .....	96
4.2. Царство бактерий, строение, жизнедеятельность, размножение, роль в природе. Бактерии — возбудители заболеваний растений, животных, человека. Профилактика заболеваний, вызываемых бактериями .....	100
4.3. Царство грибов, строение, жизнедеятельность, размножение. Использование грибов для получения продуктов питания и лекарств. Распознавание съедобных и ядовитых грибов. Лишайники, их разнообразие, особенности строения и жизнедеятельности. Роль в природе грибов и лишайников .....	103
4.4. Царство растений. Строение (ткани, клетки, органы), жизнедеятельность и размножение растительного организма (на примере покрытосеменных растений) .....	109
4.5. Многообразие растений. Основные отделы растений. Классы покрытосеменных, роль растений в природе и жизни человека .....	127
4.6. Царство животных. Одноклеточные и многоклеточные животные. Характеристика основных типов беспозвоночных, классов членистоногих. Особенности строения, жизнедеятельности, размножения, роль в природе и жизни человека .....	145
4.7. Хордовые животные. Характеристика основных классов. Роль в природе и жизни человека .....	164
<i>Примеры заданий ЕГЭ к разделу 4</i> .....	183
<b>5. ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ЗДОРОВЬЕ</b> .....	191
5.1. Ткани. Строение и жизнедеятельность органов и систем органов: пищеварения, дыхания, выделения .....	191
5.2. Строение и жизнедеятельность органов и систем органов: опорно-двигательной, покровной, кровообращения, лимфооттока. Размножение и развитие человека .....	198
5.3. Внутренняя среда организма человека. Группы крови. Переливание крови. Иммуитет. Обмен веществ и превращение энергии в организме человека. Витамины .....	211
5.4. Нервная и эндокринная системы. Нейрогуморальная регуляция процессов жизнедеятельности организма как основа его целостности, связи со средой .....	215

5.5. Анализаторы. Органы чувств, их роль в организме. Строение и функции. Высшая нервная деятельность. Сон, его значение. Сознание, память, эмоции, речь, мышление. Особенности психики человека. ....	219
5.6. Личная и общественная гигиена, здоровый образ жизни. Профилактика инфекционных заболеваний (вирусных, бактериальных, грибковых, вызываемых животными). Предупреждение травматизма, приёмы оказания первой помощи. Психическое и физическое здоровье человека. Факторы здоровья (аутотренинг, закаливание, двигательная активность). Факторы риска (стрессы, гиподинамия, переутомление, переохлаждение). Вредные и полезные привычки. Зависимость здоровья человека от состояния окружающей среды. Соблюдение санитарно-гигиенических норм и правил здорового образа жизни. Репродуктивное здоровье человека. Последствия влияния алкоголя, никотина, наркотических веществ на развитие зародыша человека .....	228
<i>Примеры заданий ЕГЭ к разделу 5</i> .....	231
<b>6. ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ</b> .....	240
6.1. Вид, его критерии. Популяция — структурная единица вида и элементарная единица эволюции. Микроэволюция. Образование новых видов. Способы видообразования. Сохранение многообразия видов как основа устойчивости биосферы .....	240
6.2. Развитие эволюционных идей. Значение эволюционной теории Ч. Дарвина. Взаимосвязь движущих сил эволюции. Формы естественного отбора, виды борьбы за существование. Синтетическая теория эволюции. Элементарные факторы эволюции. Исследования С. С. Четверикова. Роль эволюционной теории в формировании современной естественнонаучной картины мира. ....	244
6.3. Доказательства эволюции живой природы. Результаты эволюции: приспособленность организмов к среде обитания, многообразие видов. ....	249
6.4. Макроэволюция. Направления и пути эволюции (А. Н. Северцов, И. И. Шмальгаузен). Биологический прогресс и регресс, ароморфоз, идиоадаптация, дегенерация. Причины биологического прогресса и регресса. Гипотезы возникновения жизни на Земле. Основные ароморфозы в эволюции растений и животных. Усложнение живых организмов на Земле в процессе эволюции. ....	251
6.5. Происхождение человека. Человек как вид, его место в системе органического мира. Гипотезы происхождения человека. Движущие силы и этапы эволюции человека. Человеческие расы, их генетическое родство. Биосоциальная природа человека. Социальная и природная среда, адаптации к ней человека. ....	256
<i>Примеры заданий ЕГЭ к разделу 6</i> .....	261

<b>7. ЭКОСИСТЕМЫ И ПРИСУЩИЕ ИМ ЗАКОНОМЕРНОСТИ</b> .....	270
7.1. Среды обитания организмов. Экологические факторы: абиотические, биотические. Антропогенный фактор. Их значение.....	270
7.2. Экосистема (биогеоценоз), её компоненты: продуценты, консументы, редуценты, их роль. Видовая и пространственная структура экосистемы. Трофические уровни. Цепи и сети питания, их звенья. Правило экологической пирамиды.....	276
7.3. Разнообразие экосистем (биогеоценозов). Саморазвитие и смена экосистем. Устойчивость и динамика экосистем. Биологическое разнообразие, саморегуляция и круговорот веществ — основа устойчивого развития экосистем. Причины устойчивости и смены экосистем. Изменения в экосистемах под влиянием деятельности человека. Агроэкосистемы, основные отличия от природных экосистем .....	279
7.4. Биосфера — глобальная экосистема. Учение В. И. Вернадского о биосфере. Живое вещество, его функции. Особенности распределения биомассы на Земле. Биологический круговорот и превращение энергии в биосфере, роль в нём организмов разных царств. Эволюция биосферы .....	284
7.5. Глобальные изменения в биосфере, вызванные деятельностью человека. Проблемы устойчивого развития биосферы. Правила поведения в природной среде .....	287
<i>Примеры заданий ЕГЭ к разделу 7</i> .....	288
<b>ОТВЕТЫ К ПРИМЕРАМ ЗАДАНИЙ ЕГЭ</b> .....	297
<b>СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b> .....	299



# 1. БИОЛОГИЯ КАК НАУКА. МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

## 1.1. БИОЛОГИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ДОСТИЖЕНИЯ, МЕТОДЫ ПОЗНАНИЯ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ. РОЛЬ БИОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ СОВРЕМЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА

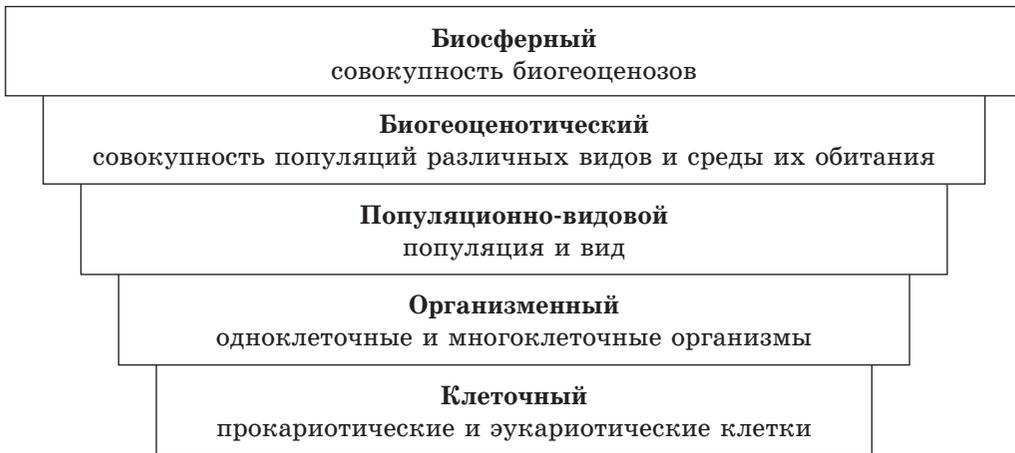
*Биология* (от греч. *bios* — жизнь, *logos* — слово, наука) представляет собой комплекс наук о живой природе, предметом которых являются все проявления жизни: строение и функции живых существ, их происхождение и развитие, а также взаимосвязи с окружающей средой.

Основные биологические науки	
По объекту исследования	Антропология (происхождение и развитие человека). Бактериология (бактерии). Вирусология (вирусы). Ботаника (растения). Зоология (животные). Лишайники (лишайники). Микология (грибы). Палеонтология (ископаемые останки). Систематика, или таксономия (классификация организмов)
По изучаемым свойствам	Генетика (закономерности наследственности и изменчивости). Биохимия (химический состав и пути взаимопревращения веществ). Физиология (особенности жизнедеятельности). Эволюционное учение (закономерности возникновения и развития жизни на Земле). Экология (взаимоотношения с окружающей средой). Эмбриология (зародышевое развитие). Этология (поведение)
По изучаемому уровню организации живой материи	Молекулярная биология (молекулярный уровень). Цитология (клеточный уровень). Гистология (тканевый уровень). Анатомия и морфология (организменный уровень). Экология, биогеография (надорганизменный уровень)
По прикладному значению	Биотехнология (организмы и биологические процессы в производстве). Селекция (выведение групп организмов с нужными человеку свойствами)

<b>Методы познания живой природы</b>													
<b>Эмпирические</b>						<b>Теоретические</b>							
Наблюдение	Описание	Сравнение	Измерение	Моделирование	Эксперимент	Анализ	Синтез	Классификация	Абстрагирование	Моделирование	Мониторинг	Формулировка теорий	Выведение закономерностей
<b>Измерение</b>													
Микроскопия				Центрифугирование				Метод меченых атомов					
<b>Достижения современной биологии</b>													
Расшифровка генома человека и других организмов		Регуляция считывания генов бактерий и более высокоорганизованных организмов		Изменение генома человека, животных и растений (генетически модифицированные и в т. ч. трансгенные организмы)				Клонирование животных		Искусственное оплодотворение			
<b>Значение биологии</b>													
Основа медицины, ветеринарии, фармации и сельского хозяйства			Производство продуктов питания и лекарств			Охрана природы и приумножение её богатств			Освоение космоса				

## 1.2. УРОВНЕВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ. ОСНОВНЫЕ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ. БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### Основные уровни организации живой материи



Живые системы являются *открытыми системами*, так как осуществляют обмен веществом и энергией с окружающей средой. Основными процессами обмена веществ и превращения энергии являются питание, дыхание, выделение и др. Данное свойство живого также обеспечивает поддержание гомеостаза.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ЕГЭ К РАЗДЕЛУ 1 «БИОЛОГИЯ КАК НАУКА. МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ»

### Часть 1

Ответами к заданиям 1–10 являются последовательность цифр, число или слово (словосочетание). Запишите ответы в поля ответов в тексте работы.

- 1** Рассмотрите предложенную схему строения микроскопа. Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный на схеме вопросительным знаком.



Ответ: \_\_\_\_\_

- 2** Выберите два верных ответа из пяти и запишите в таблицу **цифры**, под которыми они указаны.

Карлу Линнею современная ботаника обязана

- 1) формулировкой первой теории эволюции растительного и животного мира
- 2) созданием единой системы классификации растительного и животного мира
- 3) описанием более шестиста новых видов растений
- 4) открытием клетки
- 5) введением бинарной номенклатуры

Ответ:

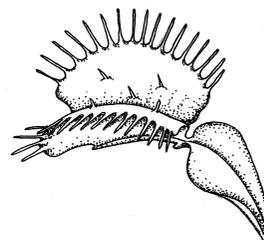
- 3** Все приведённые ниже открытия в области биологии, кроме двух, были сделаны в XIX веке. Определите два открытия, «выпадающие» из общего списка, и запишите в таблицу **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) формулировка клеточной теории
- 2) введение бинарной номенклатуры
- 3) расшифровка генетического кода

- 4) исследование закономерностей независимого наследования
- 5) создание эволюционной теории

Ответ:

- 4** Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу **цифры**, под которыми они указаны. Если у биологической системы имеется структура, изображённая на рисунке, то она может быть объектом изучения



- 1) цитологии
- 2) зоологии
- 3) антропологии
- 4) морфологии
- 5) биохимии
- 6) микробиологии

Ответ:

- 5** Известно, что клетка — **элементарная открытая живая система микроскопического размера**. Выберите из приведённого текста три утверждения, относящиеся к описанию перечисленных выше признаков клетки. Запишите в таблицу **цифры**, под которыми указаны выбранные утверждения.

(1) Клетка была открыта в 1667 году Р. Гуком. (2) Она является единицей строения, функций и развития организма. (3) Несмотря на то что клетке присущи все свойства живого, она осуществляет обмен с окружающей средой веществом и энергией. (4) По особенностям строения клетки делят на эукариотические и прокариотические. (5) Размеры эукариотической клетки варьируют от 5 до 100 мкм, а прокариотической — от 0,5 до 5 мкм. (6) К эукариотическим организмам относятся растения, животные и грибы, а к прокариотическим — бактерии.

Ответ:

- 6** Исследователь использовал микроскоп с увеличением окуляра 7× и объектива 40×. Каково общее увеличение микроскопа? В ответе запишите только соответствующее **число**.

Ответ: \_\_\_\_\_

- 7** Установите соответствие между примерами исследований и группами методов биологии: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИМЕР ИССЛЕДОВАНИЯ	ГРУППА МЕТОДОВ
А) микроскопирование кишечной палочки	1) теоретические
Б) маршрутный учёт животных по следам	2) эмпирические
В) описание нового вида электрического ската	
Г) моделирование экосистем озера Байкал	
Д) выработка условного рефлекса на звонок у собаки	

Запишите в таблицу выбранные **цифры** под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б	В	Г	Д

**8** Установите последовательность пунктов инструкции по работе со световым микроскопом. Запишите в таблицу соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) при помощи зеркала настройте освещение
- 2) положите микропрепарат на предметный столик
- 3) приподнимите тубусодержатель с объективами с помощью микровинта
- 4) установите объектив
- 5) глядя в окуляр, медленно вращайте винт до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение объекта
- 6) глядя сбоку, опустите объектив на расстояние 1 см от препарата

Ответ: 

--	--	--	--	--	--	--

**9** Проанализируйте таблицу «Уровни организации живой природы». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины, приведённые в списке. Для каждой ячейки, обозначенной буквой, выберите соответствующий термин из предложенного списка.

Уровень организации	Элементарное явление	Наука, изучающая уровень
_____ (А)	Реакция метаболизма	Цитология
Организменный	_____ (Б)	Морфология, систематика
Популяционно-видовой	Изменение генофонда	_____ (В)

Список терминов:

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 1) клеточный           | 5) процессы онтогенеза |
| 2) биогеоценотический  | 6) палеонтология       |
| 3) биосферный          | 7) экология            |
| 4) процессы филогенеза | 8) биохимия            |

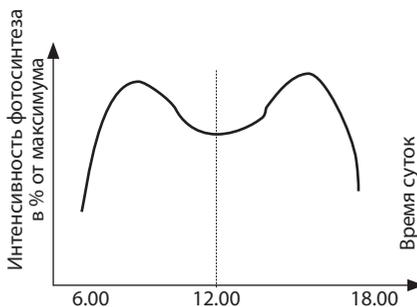
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б	В

**10** Проанализируйте график интенсивности фотосинтеза у растений саванны. Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа представленных данных.

- Интенсивность фотосинтеза
- 1) возрастает в течение дня
  - 2) зависит от факторов окружающей среды



- 3) определяется генетической программой организма
- 4) снижается в наиболее жаркое время дня
- 5) достигает максимума на рассвете и на закате

Запишите в ответе **цифры**, под которыми указаны выбранные утверждения.

Ответ:

## Часть 2

Запишите сначала номер задания, а затем развёрнутый ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

**11** Найдите три ошибки в приведённом тексте. Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их.

(1) Биологические системы и тела неживой природы различаются по химическому составу. (2) Первые содержат ряд химических элементов, которые не встречаются в неживой природе. (3) Концентрации одинаковых для живого и неживого химических элементов существенно различаются. (4) Организмы способны синтезировать сложные органические вещества. (5) Биологические системы являются открытыми системами, так как не осуществляют обмена веществом и энергией с окружающей средой. (6) Как и все открытые системы, биологические объекты способны к саморегуляции. (7) Саморегуляция лежит в основе гомостаза — способности биологических систем поддерживать относительное постоянство химического состава, строения и свойств, а также обеспечивать постоянство функционирования в изменяющихся условиях окружающей среды.

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**12** В 1725 г. английский учёный Стефан Хейлз провёл эксперимент, в котором использовал побеги растения винограда и похожий на гребень с пятью зубьями прибор. Весной он нанёс с помощью своего прибора красной краской в верхней части побега 10 точек. Осенью он обнаружил, что вблизи верхушки побега расстояние между точками увеличилось, тогда как ниже оно почти не изменилось.

Какой метод исследований применил С. Хейлз? Сформулируйте закономерность роста растений, установленную им.

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 2. КЛЕТКА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

### 2.1. СОВРЕМЕННАЯ КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ, ЕЁ ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ СОВРЕМЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА. РАЗВИТИЕ ЗНАНИЙ О КЛЕТКЕ. КЛЕТОЧНОЕ СТРОЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ — ОСНОВА ЕДИНСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА, ДОКАЗАТЕЛЬСТВО РОДСТВА ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

*Цитология* — наука, изучающая строение, химический состав, процессы жизнедеятельности и размножения клетки, а также её происхождение и эволюцию.

#### Основные этапы развития знаний о клетке

Дата	Событие
Около 1590 г.	Г. и З. Янсены изобрели световой микроскоп
1665 г.	Р. Гук обнаружил клетку на срезе пробки
1670-е гг.	А. ван Левенгук открыл бактерии, простейшие, эритроциты
1827 г.	К. Бэр открыл яйцеклетки птиц и животных
1831–1833 гг.	Р. Броун описал ядро клетки
1838–1839 гг.	М. Шлейден и Т. Шванн обобщили знания о клетке и сформулировали клеточную теорию
1855 г.	Р. Вирхов дополнил клеточную теорию положением: «клетка от клетки»
1882 г.	И. И. Мечников открыл фагоцитоз
1931 г.	Э. Руске и М. Кноль сконструировали электронный микроскоп
1928–1952 гг.	Ф. Гриффит, О. Эвери, К. Маклеод, М. Маккарти, А. Херши, М. Чейз доказали роль ДНК в хранении и передаче наследственной информации
1953 г.	Дж. Уотсон и Ф. Крик построили пространственную модель структуры ДНК (двойная спираль)

#### Основные положения клеточной теории М. Шлейдена и Т. Шванна

Все живые организмы состоят из клеток	Клетки животных и растений имеют общие принципы строения	Жизнедеятельность организмов представляет собой сумму жизнедеятельности всех его клеток
---------------------------------------	--	---

### Основные положения современной клеточной теории

- Клетка — единица строения, жизнедеятельности, роста и развития живых организмов, вне клетки жизни нет.
- Клетка — единая система, состоящая из множества закономерно связанных друг с другом элементов, представляющих собой определённое целостное образование.
- Клетки всех организмов сходны по своему химическому составу, строению и функциям.
- Новые клетки образуются только в результате деления исходных клеток («клетка от клетки»).
- Клетки многоклеточных организмов имеют полный набор генов, но отличаются друг от друга тем, что у них работают различные группы генов, следствием чего является морфологическое и функциональное разнообразие клеток — *дифференцировка*.
- Клетки многоклеточных организмов образуют ткани, из тканей состоят органы. Жизнь организма в целом обусловлена взаимодействием составляющих его клеток

### Методы цитологических исследований

Микроскопия (световая, электронная), биохимический метод, центрифугирование, метод меченых атомов, культура клеток и тканей

## 2.2. МНОГООБРАЗИЕ КЛЕТОК. ПРОКАРИОТЫ И ЭУКАРИОТЫ. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕТОК РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ, БАКТЕРИЙ, ГРИБОВ

Клетки	
Прокариотические	Эукариотические
Не имеют ядра	Имеют ядро хотя бы на одной из стадий развития
<i>Бактерии и археи</i>	<i>Растения, грибы, животные</i>

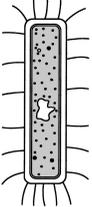
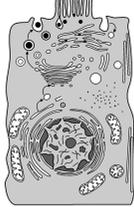
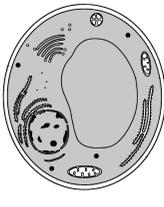
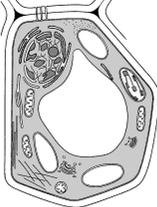
### Характерные признаки клеток прокариот и эукариот

Характеристика	Прокариотическая клетка	Эукариотическая клетка
<b>Наследственный аппарат</b>		
Ядро	Отсутствует	Имеется хотя бы на одной из стадий развития клетки
ДНК	Кольцевая	Незамкнутые молекулы образуют <i>хромосомы</i>

Окончание таблицы

Цитоплазма		
Гиалоплазма	Имеется	
Органоиды	Только рибосомы, мембранные органоиды отсутствуют	Мембранные и немембранные, в том числе рибосомы
Включения	Имеются	
Поверхностный аппарат		
Плазмалемма	Имеется	
Клеточная стенка	Имеется	Имеется у растений и грибов, у животных отсутствует
Общие признаки		
Средние размеры	0,5–5 мкм	10–100 мкм
Уровень организации	В основном одноклеточные	В основном многоклеточные
Организмы	Бактерии и археи	Животные, растения и грибы

**Сравнительная характеристика строения клеток растений, животных, грибов и бактерий**

Признак	Бактерии	Животные	Грибы	Растения
				
Способ питания	гетеротрофный или автотрофный	гетеротрофный		автотрофный
Организация наследственной информации	прокариоты	эукариоты		
Клеточная мембрана (плазмалемма)	имеется			
Клеточная стенка	муреиновая	отсутствует (гликокаликс)	хитиновая	целлюлозная

Окончание таблицы

Цитоплазма	имеется		
Органоиды	немебранные (только рибосомы)	мембранные и немембранные	
Включения	полисахариды, липиды, полифосфаты	гликоген	крахмал

### 2.3. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ. МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ. ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИЙ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (БЕЛКОВ, НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ, УГЛЕВОДОВ, ЛИПИДОВ, АТФ), ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ КЛЕТКИ. РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В КЛЕТКЕ И ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Содержание некоторых химических элементов в неживой природе и живых организмах, %			
Химический элемент	Земная кора	Морская вода	Живые организмы
O	49,2	85,8	65–75
C	0,4	0,0035	15–18
H	1,0	10,67	8–10
N	0,04	0,37	1,5–3,0
P	0,1	0,003	0,20–1,0
S	0,15	0,09	0,15–0,2
K	2,35	0,04	0,15–0,4
Ca	3,25	0,05	0,04–2,0
Cl	0,2	0,06	0,05–0,1
Mg	2,35	0,14	0,02–0,03
Na	2,4	1,14	0,02–0,03
Fe	4,2	0,00015	0,01–0,015
Zn	< 0,01	0,00015	0,0003

## Окончание таблицы

Cu	< 0,01	< 0,00001	0,0002
I	< 0,01	0,000015	0,0001
F	0,1	2,07	0,0001

Химические элементы	
<i>Макроэлементы</i> (концентрация в организме — более 0,01 %, суммарное содержание — более 99 %)	<i>Микроэлементы</i> (концентрация в организме менее 0,01 %, суммарное содержание менее 0,1 %)
O, C, H, N, P, S, K, Ca, Na, Cl, Mg, Fe	Zn, Cu, Mn, Co, I, F и др.
<i>Органогенные элементы</i> (входят в состав основных соединений клетки)	
O, C, H, N	

Значение макро- и микроэлементов в организме человека	
Фосфор	Входит в состав нуклеиновых кислот, АТФ и фосфолипидов, участвует в формировании костей и зубов
Сера	Входит в состав аминокислот и белков
Натрий, хлор	Участвуют в процессах возбуждения клеток, удерживают воду вне клеток
Калий	Участвует в процессах возбуждения клеток, удержании воды в клетке, регулирует активность ферментов
Кальций	Входит в состав костей, зубов, раковин моллюсков; необходим для сокращения мышц, внутриклеточного движения, свёртывания крови
Магний	Компонент хлорофилла; участвует в биосинтезе белка и репликации ДНК
Железо	Компонент гемоглобина; участвует в процессах дыхания и фотосинтеза
Цинк	Необходим для транспорта гормона поджелудочной железы — инсулина
Медь	Участвует в процессах фотосинтеза и дыхания
Кобальт	Компонент витамина B <sub>12</sub>
Йод	Компонент гормонов щитовидной железы — тироксина и трийодтиронина
Фтор	Необходим для формирования тканей зубов

Химический состав клетки	
Неорганические вещества	Вода
	Газы ( $O_2$ , $CO_2$ )
	Оксиды
	Соли
	Кислоты (HCl)
Органические вещества	Белки
	Липиды
	Углеводы
	Нуклеиновые кислоты
	Витамины
	Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ)

Вода — основа жизни на Земле!	
Физико-химические свойства воды	Биологическая роль воды
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не имеет вкуса, цвета и запаха.</li> <li>2. Плотность и вязкость приняты за единицу.</li> <li>3. Высокая теплоёмкость.</li> <li>4. Может находиться в трёх агрегатных состояниях.</li> <li>5. <math>t_{пл} — 0^{\circ}C</math>, <math>t_{кип} — 100^{\circ}C</math>.</li> <li>6. Молекулы обладают дипольными свойствами.</li> <li>7. Молекулы воды образуют водородные связи друг с другом.</li> <li>8. Универсальный растворитель</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Придаёт клетке объём и упругость.</li> <li>2. Осуществляет осмотические явления.</li> <li>3. Является дисперсионной средой в коллоидной системе цитоплазмы.</li> <li>4. Способствует терморегуляции клеток.</li> <li>5. Является средой для химических реакций.</li> <li>6. Является исходным веществом и продуктом реакций.</li> <li>7. Осуществляет транспорт веществ</li> </ol>

Содержание воды в различных органах человеческого организма			
Орган	Мозг	Печень	Кости
Содержание воды, %	86	70	20

Вещества	
Гидрофильные (растворимые в воде)	Гидрофобные (нерастворимые в воде)

Минеральные соли			
Растворимые (NaCl и др.) диссоциируют на ионы			Нерастворимые (CaCO <sub>3</sub> , Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> и др.)
Определяют буферные свойства цитоплазмы — способность поддерживать рН среды	Регулируют активность ферментов	Обеспечивают удержание воды в клетке	Входят в состав костей, зубов, раковин и панцирей одноклеточных и многоклеточных животных, диатомовых водорослей, пропитывают стебли хвощей

Ионы					
Катионы (важнейшие)				Анионы (важнейшие)	
K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	Фосфат-анион	Карбонат- и гидрокарбонат-анионы
Облегчают перенос веществ через мембрану и участвуют в возникновении и проведении нервного импульса	Принимает участие в процессах сокращения мышечных волокон и свёртывания крови	Входит в состав хлорофилла	Входит в состав ряда белков, в том числе гемоглобина	Входит в состав АТФ, фосфолипидов и нуклеиновых кислот	Смягчают колебания рН среды

Полимеры (составляют до 90 % массы сухого вещества клетки)		
Регулярные (повторяющиеся звенья)	Нерегулярные (неповторяющиеся звенья)	
Углеводы (полисахариды)	Белки	Нуклеиновые кислоты

*Органические вещества* клетки могут быть представлены как относительно простыми, так и сложными молекулами. В тех случаях, когда сложная молекула (макромолекула) образована значительным числом повторяющихся более простых молекул, её называют *полимером*, а её структурные единицы — *мономерами*.

В нуклеиновых кислотах последовательность мономеров крайне важна, так как они выполняют информационную функцию, а в белках определяют их свойства.

<p><b>Углеводы</b> — это органические соединения, в состав которых входят в основном три химических элемента: углерод, водород и кислород. Общая формула углеводов — <math>C_n(H_2O)_n</math></p>		
Моносахариды	Олигосахариды	Полисахариды
Состоят из неделимой молекулы ( $C_3-C_{10}$ )	Состоят из 2–10 остатков моносахаридов	Состоят из более чем 10 остатков моносахаридов
Кристаллические вещества, сладкие на вкус, хорошо растворимые в воде		Порошкообразные, несладкие, нерастворимые в воде

**Моносахариды** классифицируют по количеству углеродных атомов ( $C_3-C_{10}$ ), например пентозы ( $C_5$ ) и гексозы ( $C_6$ ). К пентозам относятся рибоза и дезоксирибоза. Рибоза ( $C_5H_{10}O_5$ ) входит в состав РНК и АТФ. Дезоксирибоза ( $C_5H_{10}O_4$ ) является компонентом ДНК. Гексозы ( $C_6H_{12}O_6$ ) — это глюкоза, фруктоза, галактоза и др.

Строение молекулы глюкозы — энергетического резерва организма	
<p>линейная формула</p> $  \begin{array}{ccccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{OH} & \text{H} & \\  &   &   &   &   &   & \\  \text{H} & - \text{C} & = \text{O} \\  &   &   &   &   &   & \\  & \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & \text{H} & \text{OH} & \\  & & & & & & \text{H}  \end{array}  $	<p>циклическая формула</p>

Строение молекулы сахарозы — запасного и транспортного углевода растений	
<p>остаток глюкозы</p>	<p>остаток фруктозы</p>

В зависимости от количества остатков моносахаридов, входящих в состав *олигосахаридов*, различают дисахариды (два остатка), трисахариды (три остатка) и др. К дисахаридам относятся сахароза, лактоза, мальтоза и др. Сахароза (свекловичный сахар) состоит из остатков глюкозы и фруктозы. Лактоза, или молочный сахар, образована остатками глюкозы и галактозы. Мальтоза (солодовый сахар) состоит из двух остатков глюкозы.

Полисахариды	
<b>Крахмал</b>	<b>Целлюлоза</b>
Слаборазветвлённый полимер, мономером которого является глюкоза. Основное запасное вещество растений, в особенно больших количествах накапливается обычно в семенах, плодах, клубнях, корневищах и других запасующих органах	Неразветвлённый полимер, мономером которого является глюкоза. Входит в состав клеточных стенок растений. Является основой древесины. Химически инертна и не растворяется ни в кислотах, ни в щелочах
<b>Гликоген</b>	<b>Хитин</b>
Сильноразветвлённый полимер, мономером которого является глюкоза. Запасной полисахарид животных и грибов, у человека в наибольших количествах накапливается в мышцах и печени	Неразветвлённый полимер, мономер — азотосодержащий сахар на основе глюкозы. Входит в состав клеточных стенок грибов и панцирей членистоногих

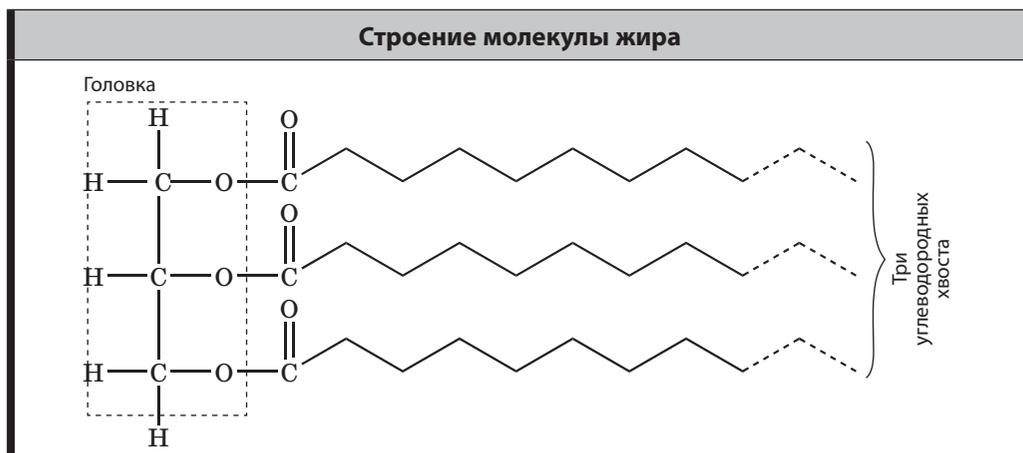
<b>Строение молекулы крахмала</b>	
<b>Строение молекулы целлюлозы</b>	

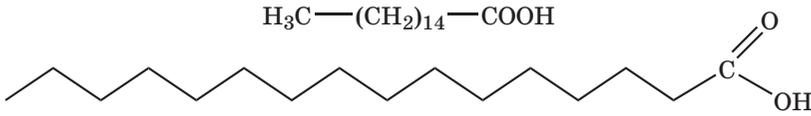
Функции углеводов	
<b>Энергетическая</b>	При окислении высвобождают энергию: 1 г — 17,2 кДж
<b>Пластическая (строительная)</b>	Входят в состав сложных молекул, например нуклеиновых кислот и АТФ
<b>Структурная и опорная</b>	Образуют клеточные стенки растений и грибов. Образуют наружный скелет членистоногих
<b>Запасаящая</b>	Являются запасным веществом
<b>Рецепторная</b>	Выполняют функцию рецепторов в составе гликопротеинов в клеточных мембранах

*Липиды* — это разнородная в химическом отношении группа низкомолекулярных веществ с гидрофобными свойствами.

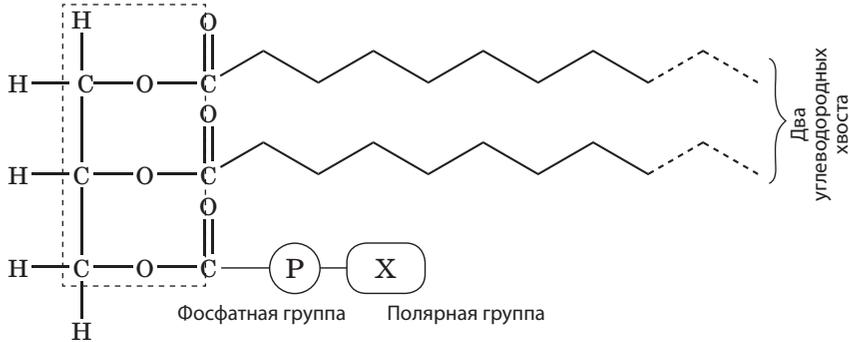
Липиды				
Простые			Сложные	
Жиры (нейтральные липиды)	Воски	Стероиды	Фосфолипиды	Гликолипиды

Жиры — сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и высших жирных кислот	
Животного происхождения	Растительного происхождения
Глицерин связан с насыщенными жирными кислотами	Глицерин связан с насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами
Твёрдые, с высокой $t_{пл}$	Жидкие, с низкой $t_{пл}$



**Строение жирной кислоты (на примере пальмитиновой кислоты)**

*Фосфолипиды*, помимо остатков глицерина и жирных кислот, содержат остаток ортофосфорной кислоты. Входят в состав клеточных мембран и обеспечивают их барьерные свойства. *Гликолипиды* также являются компонентами мембран, но их содержание там невелико. Нелипидной частью гликолипидов являются углеводы.

**Строение молекулы фосфолипида****Функции липидов**

Строительная	Образуют липидный бислой клеточных мембран. Холестерин является предшественником гормонов надпочечников, семенников, яичников
Энергетическая	Жиры — источник энергии, при их окислении высвобождается энергия: 1 г — 38,9 кДж
Запасающая	Животные и растения откладывают жир в запас
Защитная	Низкая теплопроводность жира обеспечивает термоизоляцию. Подкожный слой жира у животных — амортизатор. Запас жира в клетках растений повышает температуру замерзания цитоплазмы зимой
Источник воды	У животных пустыни при расщеплении жира выделяется большое количество воды: 1 кг жира — 1,1 кг $\text{H}_2\text{O}$
Регуляторная	Липиды являются гормонами, которые принимают участие в регуляции жизненных функций организма

**Белки** — это высокомолекулярные соединения (биополимеры), мономерами которых являются аминокислоты, связанные пептидными связями. **Аминокислотой** называют органическое соединение, имеющее аминогруппу, карбоксильную группу и радикал.

Общая формула аминокислоты	Пептидная связь
$\begin{array}{c} \text{NH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{R} \end{array}$	

Всего в природе встречается около 200 аминокислот, которые различаются радикалами и взаимным расположением функциональных групп, но только 20 из них могут входить в состав белков. Такие аминокислоты называют *протеиногенными*.

Протеиногенные аминокислоты (20)	
Заменяемые (12)	Незаменяемые (8)
Синтезируются в организме животных	Не синтезируются в организме животных <i>Валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин</i>

Последовательность из двух аминокислот, связанных пептидными связями, — *дипептид*, из трёх — *трипептид* и т. д. Цепочка из более чем десяти аминокислот — *полипептид*, а полипептид, содержащий более 50 аминокислотных остатков, — *белок*. Среди пептидов встречаются такие важные соединения, как гормоны (окситоцин, вазопрессин), антибиотики и др.

Уровни структурной организации белков		
Уровень	Строение	Связи
Первичная структура	Последовательность аминокислот в полипептидной цепи	Пептидные
Вторичная структура	Полипептидная цепь, уложенная в виде спирали или складок	Водородные
Третичная структура	Глобула (клубок)	Гидрофобные, водородные, ионные, дисульфидные