

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.**

КАФЕДРА БИОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ,
(биология)

ЦИТОЛОГИЯ

(УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ)

РЕЦЕНЗЕНТЫ

1. в.н.с. лаборатории субклеточных структур института биомедицинских исследований – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»,

д.б.н. С.В.Скупневский

2. зав кафедры зоологии и биоэкологии факультета химии, биологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Северо-Осетинский государственный университет имени К.Хетагурова,

д.б.н., проф С.К.Черчесова

Составители:., Бибаева Л.В. Дзахова Г.А., Цебоева А.А.,Еналдиева Д.А., Цуциева А.Л.
учебно-методическое пособие-105 стр.

Учебное пособие содержит основную информацию по цитологии, а также разнообразные задачи по цитологии и молекулярной генетике. Для типичных задач каждого раздела приведены подробные решения. Предназначено для студентов обучающихся по специальности:

31.05.01 «Лечебное дело»

31.05.02 «Педиатрия»

31.05.03«Стоматология»

32.05.01«Медико-профилактическое дело»

33.05.01«Фармация»

Оглавление

Введение	5
Строение клетки	6
Плазматическая мембрана	7
Цитоплазма	8
Органоиды и включения	9
<i>Рибосомы</i>	9
<i>Эндоплазматическая сеть (ЭПС)</i>	10
<i>Митохондрии</i>	11
<i>Комплекс Гольджи</i>	12
<i>Пластиды</i>	13
<i>Лизосомы</i>	14
<i>Клеточный центр</i>	14
<i>Микротрубочки</i>	15
Ядро	16
Типы клеточной организации	17
Химический состав клетки	22
Химические элементы	22
Органические вещества	24
Обмен веществ в клетке	25
Энергетический обмен	26
Пластический обмен. Фотосинтез	27
Ситуационные задачи на энергетический обмен и фотосинтез	28
Организация наследственного материала	31
ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота	33
РНК - рибонуклеиновая кислота	36
Генетический код и его свойства	37
Биосинтез белка	38
Транскрипция	38
Процессинг	39
Трансляция	40
Генные мутации	44
Репарация	45
Ситуационные задачи на организацию наследственного материала	46
Хромосомный уровень организации наследственного материала	60
Химическая организация хромосом	60
Хромосомные мутации	65
Геномный уровень организации наследственного материала	66
Способы деления эукариотических клеток	72

Митоз.....	73
Патологии митоза.....	74
Мейоз.....	75
Размножение организмов.....	79
Половое размножение.....	79
Гаметогенез.....	80
Строение половых клеток.....	82
Ситуационные задачи к разделу деление клеток и размножение организмов.....	84
Тестовые задания для самоконтроля.....	85
Словарь биологических терминов.....	102
Список используемой литературы. литература:.....	104

Введение.

Развитие учения о клетке тесно связано с изобретением микроскопа (от греческого «микрос» – небольшой, «скопео» - рассматриваю). Первый микроскоп был сконструирован в 1610 г. Галилеем и представлял собой сочетание линз в свинцовой трубке.

Для изучения биологических объектов микроскоп впервые применил Р. Гук. В 1665 г. он изучил строение пробки, других растительных тканей и ввел термин «клетка». Р. Гук сделал первую попытку подсчитать количество клеток в определенном объеме пробки. Он сформулировал представление о клетке как о ячейке, полностью замкнутой со всех сторон, и установил факт широкого распространения клеточного строения растительных тканей. Эти два основных вывода определили направление дальнейших исследований в данной области.



Р. Гук.



Р. Вирхов



Т. Шванн



М. Шлейден

К 19-му веку возникла необходимость обобщить и систематизировать накопленные знания, и в 1839 г. немецким исследователем, зоологом Т. Шванном в соавторстве с ботаником М. Шлейденом была сформулирована **клеточная теория**.

С точки зрения современных представлений основные положения клеточной теории формулируются следующим образом:

- **Клетка является элементарной структурной, функциональной и генетической единицей всего живого;**
- **Клетки всех живых организмов имеют сходное строение и химический состав;**
- **Новые клетки образуются только путем деления исходной материнской клетки (1855г, Р.Вирхов);**
- **Многоклеточный организм – не механическая сумма клеток, а единое целое, интегрированное в систему тканей и органов, связанных гуморальной и нервной системами.**

Таким образом, клетка представляет собой обособленную, наименьшую по размерам структуру, которой присуща вся совокупность свойств жизни и которая может в подходящих условиях окружающей среды поддерживать эти свойства в самой себе, а также передавать их в ряду поколений. Вне клетки не существует настоящей жизни, поэтому в природе планеты ей принадлежит роль *элементарной структурной, функциональной и генетической единицы*.

Строение клетки.

Клетка, как правило, имеет три составные части:

- ✓ Клеточную оболочку, отграничивающую ее от окружающей среды;
- ✓ Цитоплазму, представляющую собой коллоидную систему, в которой расположены органоиды и включения;
- ✓ Ядро (кроме клеток прокариот), в котором содержится наследственный материал.

Оболочка клетки выполняет защитную функцию, осуществляет обмен веществ с внешней средой и взаимодействие с соседними клетками (в многоклеточных организмах).

Оболочка клеток имеет сложное строение. Она состоит из наружного углеводного слоя и расположенной под ним плазматической мембраны (плазмалеммы). Животные и растительные клетки различаются по строению их наружного слоя. У растений, а также у бактерий, сине-зеленых водорослей и грибов на поверхности клеток расположена плотная клеточная стенка. У большинства растений она состоит из клетчатки, у грибов – из хитина, у бактерий – из муреина. Наружный слой поверхности клеток животных - гликокаликс - в отличие от клеточных стенок

растений очень тонкий, эластичный, состоит из олигосахаридов, связанных с белками и липидами плазматической мембраны.

Плазматическая мембрана.

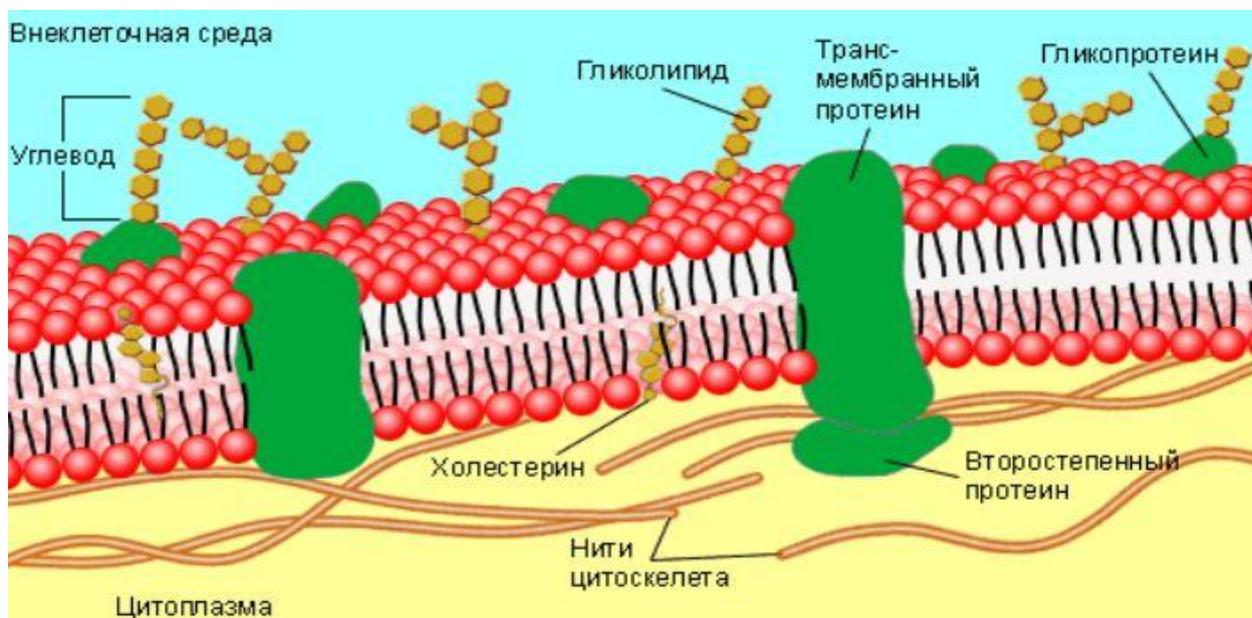
Мембрана образована двойным слоем фосфолипидов (гидрофобные хвосты молекул фосфолипидов обращены внутрь, а гидрофильные головки - наружу) и погруженными в него на различную глубину белками (рис 1). Некоторые белки пронизывают мембрану насквозь, контактируя при этом как с наружной, так и с внутренней средой клетки (трансмембранные белки).

Мембранные белки могут выполнять различные функции:

- Транспорт веществ
- Катализ реакций, ассоциированных с мембраной
- Поддержание структуры мембран
- Получение и преобразование сигналов из окружающей среды.

Наиболее важным свойством мембран является их избирательная проницаемость.

Рис 1.



Существуют различные механизмы транспорта веществ через мембрану.

- 1) Простая диффузия: переход ионов и мелких молекул через мембрану по градиенту концентрации без затрат энергии. Гидрофильные молекулы могут диффундировать по ионным каналам, образованным трансмембранными белками, а гидрофильные – через билипидный слой мембраны.
- 2) Осмоз: переход через мембрану растворителя (воды) по градиенту концентрации без затрат энергии.
- 3) Облегченная диффузия: происходит с участием белков-переносчиков по градиенту концентрации без затрат энергии. Белки соединяются с транспортируемыми молекулами и увеличивают скорость диффузии.
- 4) Активный транспорт: перемещение веществ против градиента концентрации с помощью транспортных белков с затратой энергии АТФ. Так, например, поступают в клетку ионы кальция, магния, аминокислоты, моносахариды и др.
- 5) Фагоцитоз: поступление в клетку крупных твердых частиц; идет с затратой энергии. Мембрана окружает частицу, края ее смыкаются и частица поступает в цитоплазму в мембранном пузырьке.
- б) Пиноцитоз: поступление в клетку крупных капелек жидкости. Происходит аналогично фагоцитозу. И фагоцитоз, и пиноцитоз возможны только в животной клетке, не имеющей клеточной стенки.

Цитоплазма.

Цитоплазма — обязательная часть клетки, заключенная между плазматической мембраной и ядром. Цитоплазма объединяет все клеточные структуры и способствует их взаимодействию друг с другом. В цитоплазме располагаются ядро и органоиды клетки, а также клеточные включения. Основу цитоплазмы составляет ее матрикс, или гиалоплазма. Состав матрикса весьма сложен, а консистенция приближается к гелю. Гель – это структурированная коллоидная система с жидкой дисперсной средой, которая под воздействием внешних или внутренних факторов может менять свое агрегатное состояние и переходить в более жидкую фазу - золь.

Одно из основных свойств цитоплазмы эукариотической клетки - способность к движению (циклоз).

В цитоплазме осуществляются все процессы клеточного метаболизма, кроме синтеза нуклеиновых кислот, происходящего в ядре. Под контролем ядра цитоплазма способна к росту и воспроизведению, при частичном удалении она полностью регенерирует. Цитоплазма, как правило, не способна к длительному автономному существованию.

Химический состав цитоплазмы непрерывно изменяется под влиянием протекающих в ней реакций обмена. Содержание воды в цитоплазме колеблется от 70 до 90%, белков - от 10 до 20%, липидов – от 2 до 3%, углеводов — 1-2%, минеральных солей — 1%.

Органоиды и включения.

Органоиды – постоянные, жизненно важные составные части клеток. Они могут быть построены из мембран (эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы, митохондрии, пластиды и др.) или имеют немембранное строение (рибосомы, клеточный центр, микротрубочки и др.) Органоиды специального значения встречаются лишь в некоторых клетках и связаны с выполнением специфических функций.

Органоиды клетки



Органоиды общего значения	Органоиды специального значения
<ul style="list-style-type: none"> • Немембранные: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Рибосомы ✓ Клеточный центр • Двумембранные: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Митохондрии ✓ Пластиды • Одномембранные: <ul style="list-style-type: none"> • ЭПС • Комплекс Гольджи • Лизосомы 	<ul style="list-style-type: none"> • Пищеварительные вакуоли • Порошица • Жгутики • Реснички • Трихоцисты • Сократительная вакуоль • Цитостом • Цитофарингс • Псевдоподии

Включения – непостоянные структуры цитоплазмы, которые в отличие от органоидов то возникают, то исчезают в процессе жизнедеятельности клетки. Обычно они представляют собой продукты обмена веществ (пигменты, белковые гранулы в секреторных клетках) или запасные питательные вещества (глыбки гликогена, зерна крахмала, капли жира).

Рибосомы были обнаружены только под электронным микроскопом. Они имеют размеры 15-20 нм, состоят из двух соединенных вместе сферических телец (*субъединиц*) и содержат РНК и белки (рис 2). Часть рибосом связана с мембранами эндоплазматической сети, а часть свободно располагается в цитоплазме. Обычно они объединены в группы, насчитывающие несколько десятков рибосом, которые называются *полирибосомами*, или *полисомами*. В рибосомах осуществляется биосинтез белка. Особенно богаты рибосомами клетки быстрорастущих тканей.

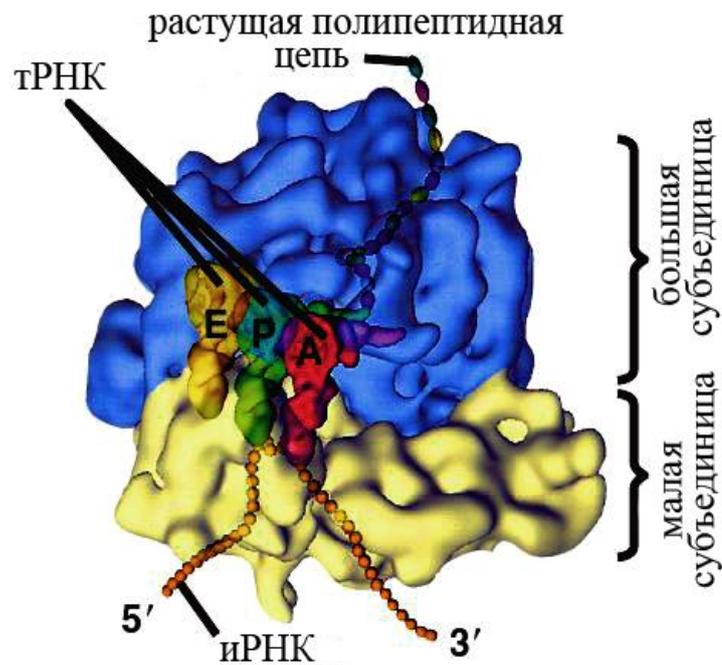
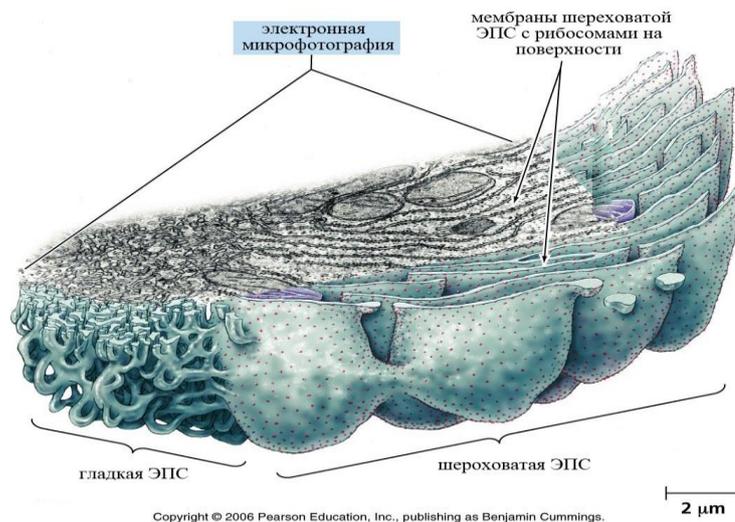


Рис-2

Эндоплазматическая сеть (ЭПС). Под электронным микроскопом было установлено, что в цитоплазме всех клеток животных и растений имеются сложные системы мембран, часто располагающиеся параллельно друг другу. Эти системы мембран получили название *эндоплазматической сети* (рис-3). Мембраны имеют липидно-белковую природу и по структуре подобны наружной мембране клетки; толщина их составляет около 6—8 нм. Мембраны ограничивают очень разветвленную взаимосвязанную систему канальцев, соединяющую различные участки клетки. Диаметр полостей канальцев — 25-30 нм. Некоторые из них соединяют наружную мембрану клетки с ядром. Эндоплазматические мембраны бывают двух типов: *гладкие* и *шероховатые (гранулярные)*. Стенки последних несут на себе огромное количество рибосом. На гладкой происходит синтез липидов и углеводов, на шероховатой — синтез белков.

Эндоплазматическая сеть увеличивает внутреннюю поверхность клеток, что необходимо для процессов обмена, принимает активное участие в биосинтезе белков, жиров и углеводов; участвует в транспортировке химических веществ в различные участки клетки.

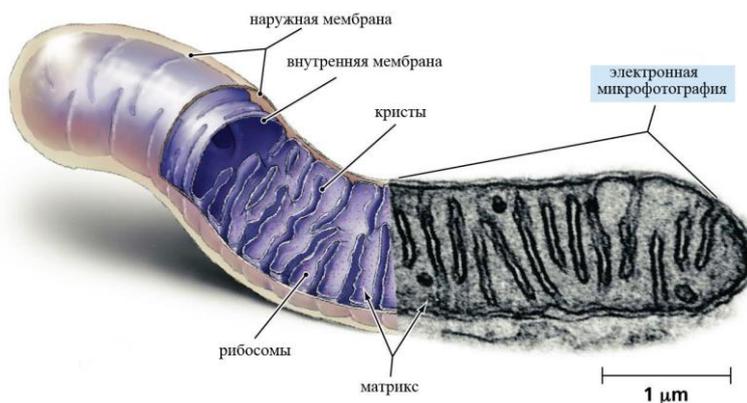
Рис-3



Митохондрии – это органоиды, хорошо видимые в оптический микроскоп в виде палочек, зерен, нитей размером от 0,5 до 5,0 мкм (рис-4). Они содержатся во всех клетках, за исключением бактерий и сине-зеленых водорослей. Количество митохондрий в клетках различно: от одной (у некоторых водорослей) до тысячи (в клетках печени). Установлено, что под влиянием определенных условий (например, при голодании) число их может уменьшаться. Митохондрии размножаются в цитоплазме путем деления, а также могут возникать заново путем преобразования мембран эндоплазматической сети.

Под электронным микроскопом было обнаружено, что митохондрии покрыты двумя мембранами, а внутри имеется полость, в которую от внутренней мембраны вдаются пластинки—*гребни (кристы)*, увеличивающие внутреннюю поверхность. У разных митохондрий число крист и их расположение неодинаково. Внутренняя полость митохондрий заполнена полужидким веществом (матриксом), содержащим РНК, ДНК и мелкие рибосомы, что позволяет синтезировать собственные белки, а также объясняет явление цитоплазматической наследственности. На поверхности крист располагается большое количество ферментов, обуславливающих сложные биохимические реакции. Важной функцией митохондрий являются окислительно-восстановительные процессы, при которых происходит расщепление углеводов, аминокислот и других органических соединений. В результате этого выделяется энергия, которая преобразуется в энергию фосфатных связей в аденозинтрифосфорной кислоте — АТФ. Накопление АТФ делает митохондрии своеобразными аккумуляторами энергии клетки.

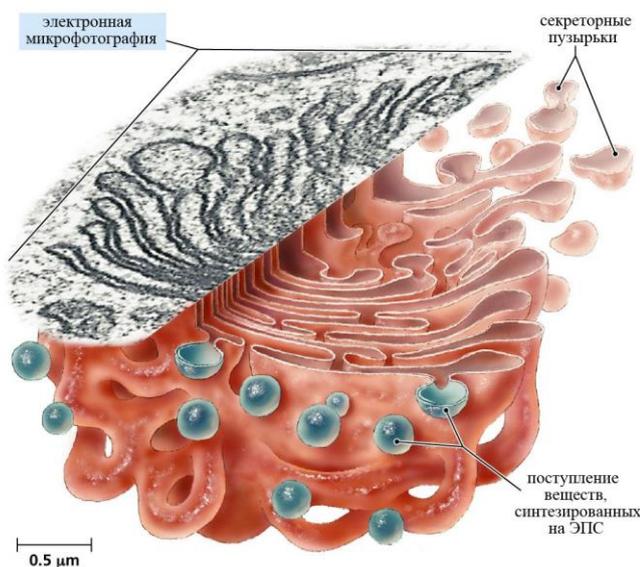
Рис-4



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Комплекс Гольджи представляет собой стопку уплощенных мембранных цистерн с пузырьками на концах (рис 5). Величина мелких пузырьков — 20-30 нм, крупных - до 2 тыс. нм. Основная функция комплекса Гольджи – накопление, компактизация, сортировка и выведение веществ, синтезированных клеткой. Эти вещества транспортируются по каналам эндоплазматической сети и накапливаются в пузырьках комплекса Гольджи. Отсюда они либо выводятся из клетки во внешнюю среду, либо используются в процессе жизнедеятельности клетки. В комплексе также может происходить концентрация веществ, поступивших в клетку извне (например, красителей) и подлежащих удалению. Кроме того, комплекс Гольджи участвует в синтезе тех химических соединений, из которых строится клеточная мембрана. В комплексе Гольджи образуются лизосомы.

Рис-5



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Пластиды—органойды, характерные для клеток растений. В клетках высших растений находится обычно от 10 до 200 пластид размером 3-10 мкм, чаще всего имеющих форму двояковыпуклой линзы(рис-6). У водорослей пластиды, называемые *хроматофорами*, очень разнообразны по форме и величине. Они могут иметь звездчатую, лентовидную, сетчатую и другие формы.

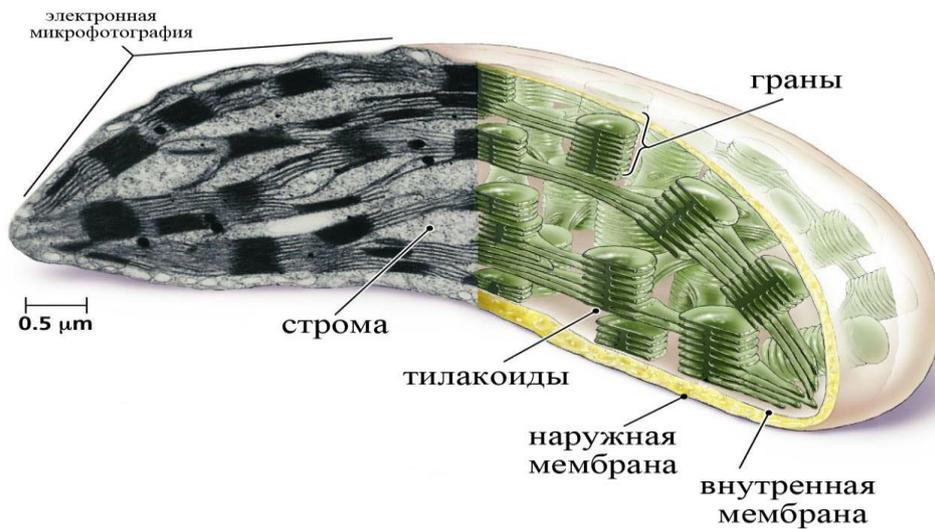
Различают бесцветные пластиды — *лейкопласты* и окрашенные — *хлоропласты* (зеленого цвета) и *хромопласты* (желтого, красного и других цветов) . Эти виды пластид до известной степени способны превращаться друг в друга: лейкопласты при накоплении хлорофилла переходят в хлоропласты, а последние при появлении красных, бурых и других пигментов - в хромопласты.

Внутреннее строение пластид очень сложно. В хлоропластах есть свои рибосомы, ДНК, РНК, включения жира, зерна крахмала. Снаружи хлоропласты покрыты двумя мембранами, а в их полужидкую *строму* (основное вещество) погружены мелкие тельца – *граны*. Граны (размером около 1 мкм) представляют собой пакеты круглых плоских мешочков (тилакоидов), сложенных подобно столбику монет. Тилакоиды соседних гран соединены между собой мембранными каналами, образуя единую систему. Число гран в хлоропластах различно. Например, в клетках шпината каждый хлоропласт содержит 40—60 гран. Хлоропласты внутри клетки могут двигаться пассивно, увлекаемые током цитоплазмы, либо активно перемещаться с места на место. Если свет очень интенсивен, они поворачиваются ребром к ярким лучам солнца. При слабом освещении хлоропласты перемещаются к стенкам клетки, обращенным к свету, и поворачиваются к нему своей большой поверхностью. Этим достигаются наиболее благоприятные для процесса фотосинтеза условия освещения.

В гранах содержится зеленый пигмент – *хлорофилл*. Молекула хлорофилла сходна по строению с молекулой гемоглобина и отличается главным образом тем, что расположенный в центре молекулы гемоглобина ион железа заменен в хлорофилле на ион магния. Хлорофилл обладает способностью эффективно поглощать солнечную энергию и передавать ее другим молекулам, что обеспечивает процесс фотосинтеза. Пластидам, так же как и митохондриям, свойственна до некоторой степени автономность внутри клетки, т.к. эти органойды содержат собственный аппарат биосинтеза белка и размножаются путем деления.

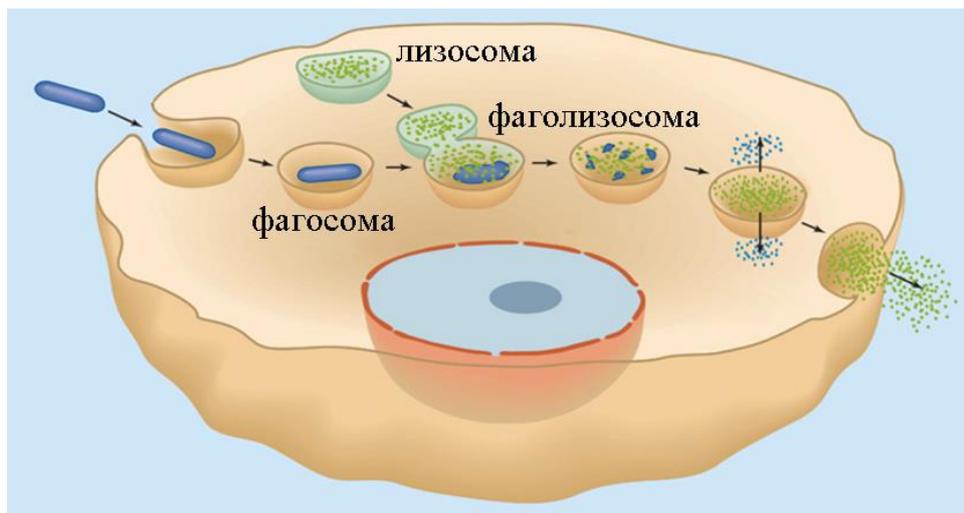
Благодаря содержанию ДНК пластиды играют определенную роль в цитоплазматической наследственности у растений.

Рис-6



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Лизосомы (греч. лизис — растворение) — мелкие органоиды, диаметром около 1 мкм, хорошо различимые только в электронный микроскоп. Они покрыты плотной мембраной и содержат до 40 различных ферментов, способных расщеплять белки, жиры и углеводы (рис-7). Количество лизосом в клетках различно. Особенно много их (до нескольких сотен) в клетках, способных к фагоцитозу. Функция лизосом заключается в переваривании веществ, попавших в клетку при фагоцитозе или пиноцитозе, а также в разрушении отдельных органоидов или всей клетки при ее гибели. Это происходит в результате разрушения оболочки лизосом и освобождения заключенных в ней ферментов. В некоторых случаях ферменты лизосом участвуют в разрушении межклеточного вещества, а также целых органов. Например, под действием ферментов лизосом осуществляется рассасывание хвоста у головастика лягушки в процессе метаморфоза.

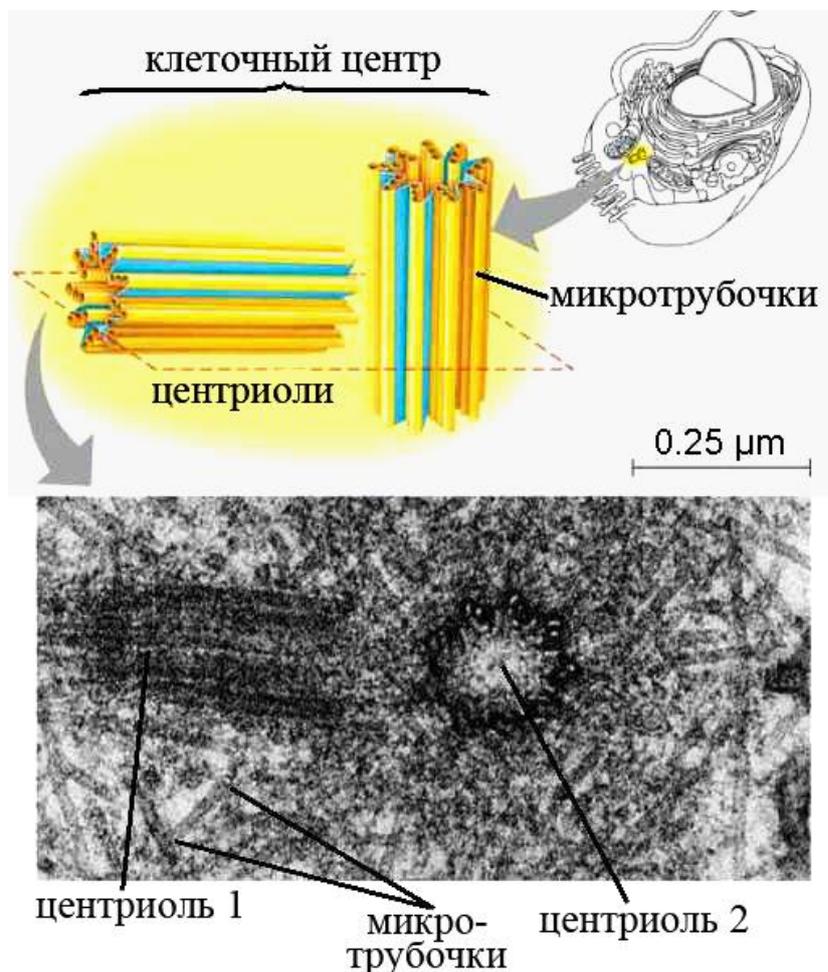


Клеточный центр — органоид, характерный для клеток животных и низших растений. Он находится обычно около ядра или в геометрическом центре клетки и состоит из двух палочковидных телец — *центриолей* размером около 0,3-1 мкм (рис 8). Под электронным микроскопом установлено, что центриоль представляет собой цилиндр, стенки которого

построены девятью триплетами микротрубочек. В середине цилиндра находится полость, заполненная однородной массой. Пара центриолей окружена более светлой зоной — *центросферой*.

Клеточный центр играет важную роль в формировании веретена деления и в перемещении хромосом во время деления клетки. С ним связана способность некоторых клеток к активному движению. Это доказывается тем, что в основании жгутиков или ресничек подвижных клеток (например, сперматозоидов) находятся структуры, подобные клеточному центру. Кроме того, в неделящейся клетке центриоли участвуют в образовании свободных микротрубочек.

Рис-8



Микротрубочки – тонкие трубочки диаметром около 24 нм, их стенки образованы спирально расположенными глобулярными субъединицами белка тубулина. Входят в состав жгутиков, ресничек, образуют веретено деления. Свободные микротрубочки формируют цитоскелет, выполняя опорную функцию, а также участвуют в перемещении по цитоплазме органоидов и других внутриклеточных структур.

Ядро.

Ядро отделено от цитоплазмы ядерной оболочкой. В его состав входят ядерный сок, ядрышко и хроматин(рис-9).

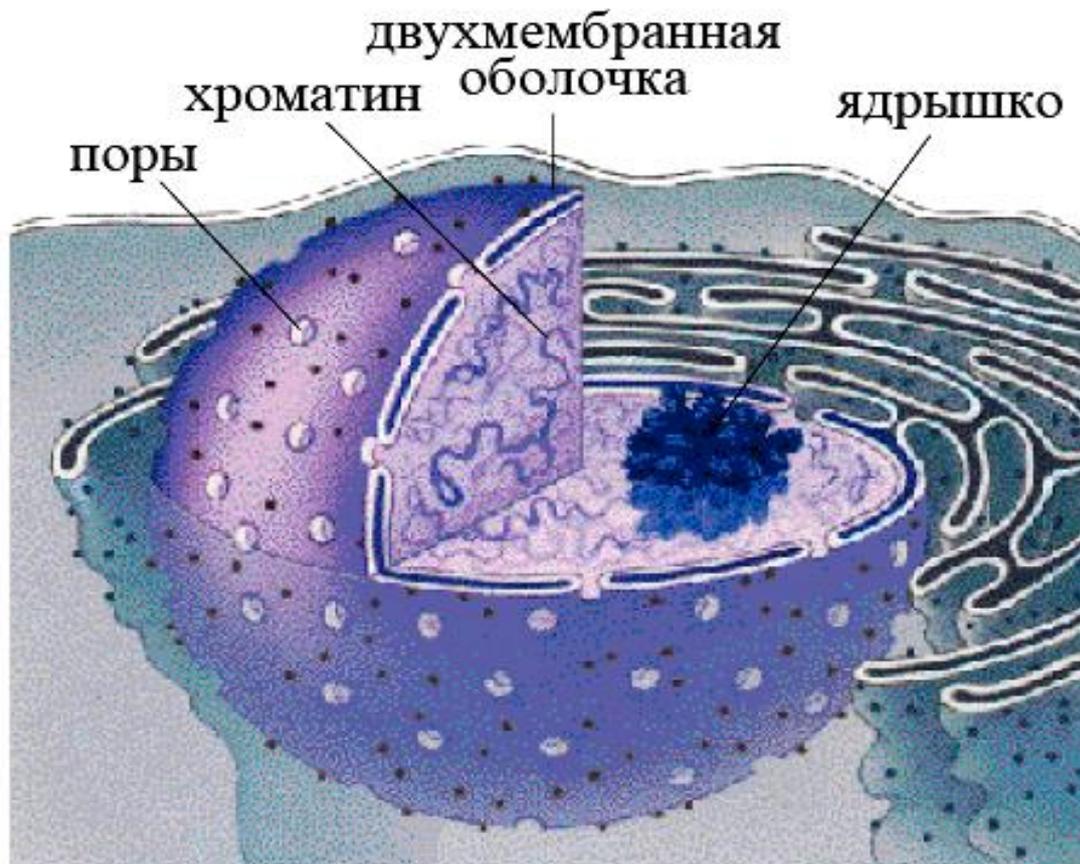
Ядерная оболочка – двумембранная структура, пронизанная порами, которая отделяет содержимое ядра от цитоплазмы. Число пор может меняться в зависимости от активности внутриклеточных процессов.

Ядерный сок (нуклеоплазма) – полужидкое вещество, содержащее ферменты, структурные белки рибосом, белки-гистоны, нуклеотиды, аминокислоты, РНК, углеводы, минеральные соли. Служит средой для протекания химических реакций, обеспечивает связь ядерных структур.

Ядрышко – плотное округлое тельце, погруженное в ядерный сок. Их функция – образование субъединиц рибосом.

Хроматин - форма существования наследственного материала в неделящейся клетке. Он представляет собой деспирализованные хромосомы. Функция хроматина – хранение, воспроизведение и передача наследственной информации.

Рис-9



©Addison Wesley Longman, Inc.

Типы клеточной организации.

Во всем многообразии органического мира можно выделить две резко отличные группы - неклеточные и клеточные формы жизни.

К неклеточным формам относятся *вирусы* (рис.10) и фаги (рис.11).

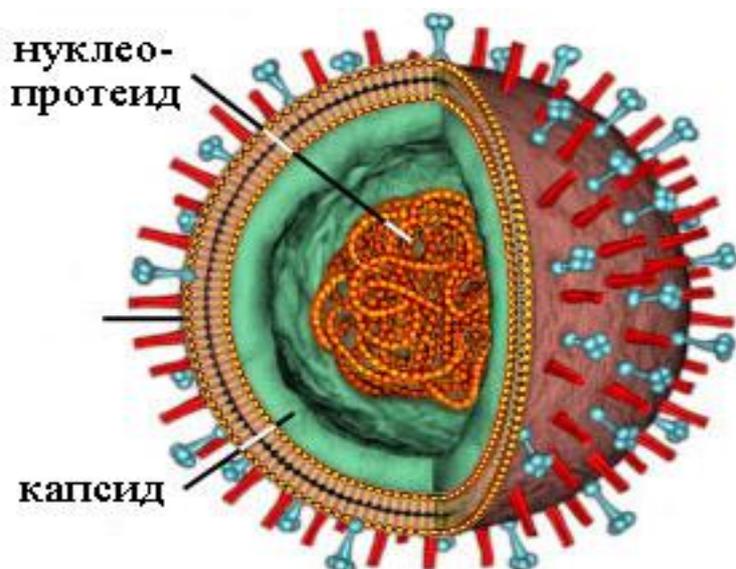


Рис-10

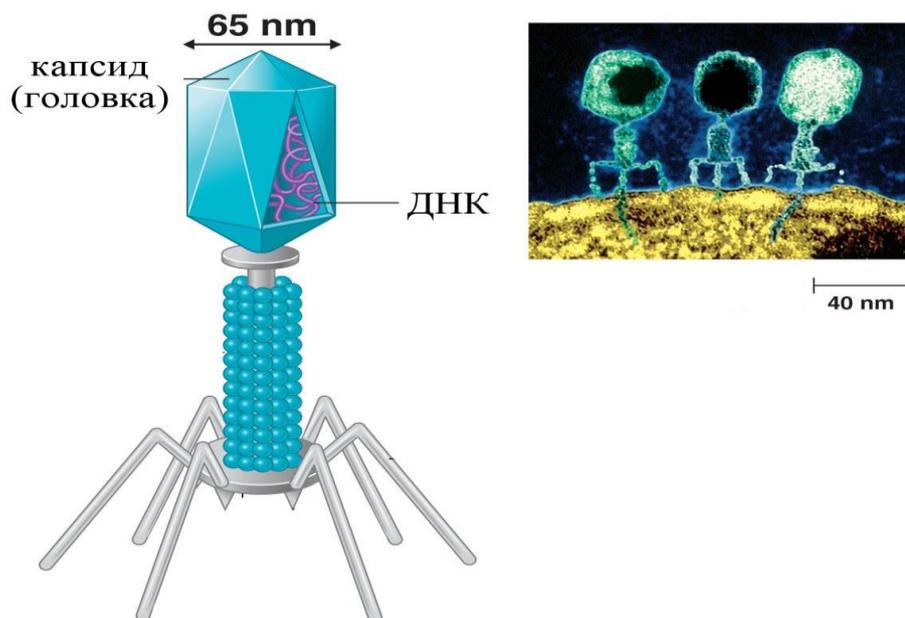


Рис-11

Неклеточные формы жизни проявляют жизнедеятельность только в стадии внутриклеточного паразитизма. Вирусы имеют очень мелкие размеры, поэтому долгое время их не удавалось обнаружить. Зрелые вирусные частицы состоят из белковой оболочки (капсида) и

генетического материала, представленного нуклеиновой кислотой. Существуют ДНК-содержащие и РНК-содержащие вирусы. Все вирусы являются внутриклеточными паразитами и осуществляют паразитизм на генетическом уровне. В клетку попадает ДНК или РНК вируса, реплицируется и использует рибосомы клетки хозяина для синтеза специфических вирусных белков. Далее происходит самосборка вирусных частиц, а клетка хозяина погибает.

Описаны сотни вирусов, вызывающих заболевания у растений, животных и человека. К числу вирусных заболеваний относятся бешенство, оспа, грипп, корь, энцефалит, герпес, СПИД, гепатит и др.

Вирусы открыты в 1882 году русским ученым Д.И. Ивановским.

Происхождение вирусов. Предполагают, что они представляют собой фрагменты клеток, сохранившие лишь наследственный аппарат и защитную белковую капсулу в связи с переходом к паразитическому образу жизни.

Основную массу живых существ составляют организмы, обладающие клеточным строением. Их, в свою очередь, делят на две категории: не имеющие ядра - прокариоты (рис12) и обладающие ядром - эукариоты (рис13).

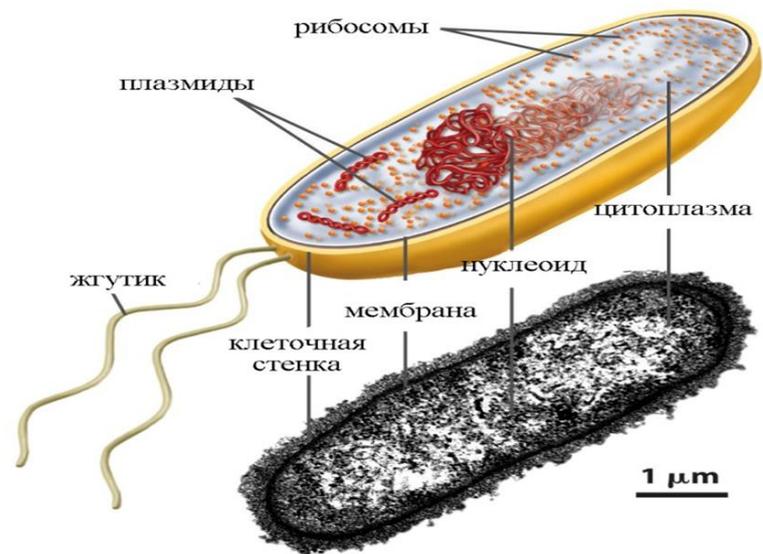
Основные отличия про- и эукариот заключаются в следующем:

Признак	ПРОКАРИОТЫ	ЭУКАРИОТЫ
Размеры	от 0.5 до 5 мкм.	около 40 мкм, но может быть значительно больше, например, яйцеклетки, поперечнополосатые мышечные волокна.
Метаболизм	Анаэробы или аэробы	Аэробы
Строение	<ul style="list-style-type: none"> Органоиды немногочисленны, нет сложно устроенных мембранных органоидов (ЭПС, митохондрий, комплекса Гольджи и т.д.), функцию мембранных органоидов выполняют различные выросты плазматической мембраны - мезосомы, тилакоиды. Есть рибосомы, но они мельче по размерам, чем 	<ul style="list-style-type: none"> Немембранные органоиды (рибосомы, клеточный центр и др.) Двумембранные (митохондрии, пластиды) Одномембранные (ЭПС, комплекс Гольджи, лизосомы и др.) Имеется клеточная стенка у растений (из целлюлозы), у грибов (из хитина). У животных клеточная стенка отсутствует, мембрана покрыта тонким слоем гликокаликса.

	<p>рибосомы эукариотических клеток.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Имеется плотная клеточная стенка, основной компонент которой – муреин. • Отсутствует цитоскелет, нет движения цитоплазмы. 	<ul style="list-style-type: none"> • Есть цитоскелет и движение цитоплазмы.
Наследственный материал	<ul style="list-style-type: none"> • Представлен одной кольцевой молекулой ДНК (нуклеоид), лишенной гистоновых белков и расположенной прямо в цитоплазме. Ядрышко отсутствует. • РНК и белки синтезируются в одном компартменте (в цитоплазме). 	<ul style="list-style-type: none"> • Хромосомы линейной формы, состоят из ДНК в комплексе с гистоновыми и негистоновыми белками и РНК. Есть одно или несколько ядрышек. • Синтез и созревание иРНК происходит в ядре, а синтез белков - в цитоплазме.
Размножение	Прямое деление клеток надвое.	Митоз или мейоз.
Представители	Бактерии, цианобактерии (сине-зеленые водоросли).	Растения, животные, грибы.

Прокариотическая клетка

Рис-12



Эукариотические клетки

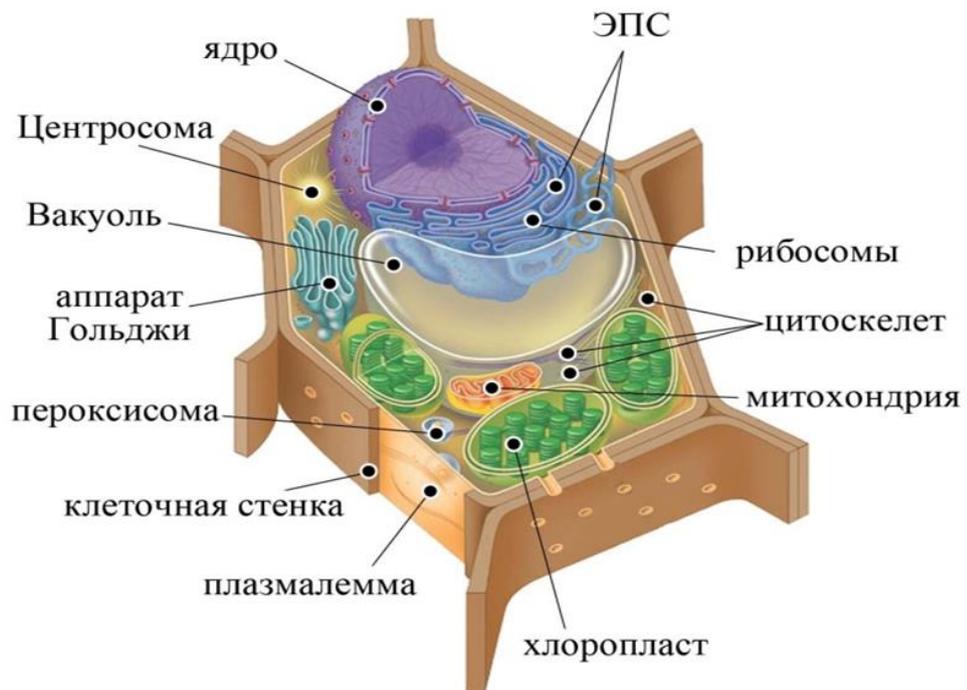
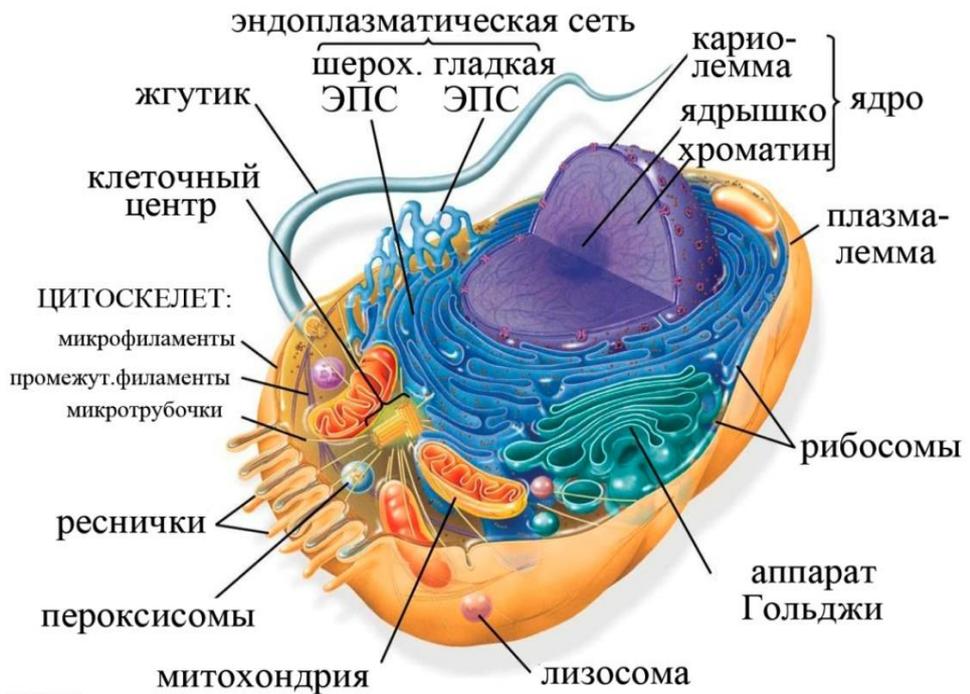


Рис-13

Растительная клетка



© 2011 Pearson Education, Inc.

Рис-14

Животная клетка

Химический состав клетки.

Химический состав клетки в % на сырую массу			
Неорганические вещества		Органические вещества	
<i>Вода</i> 60-90%	<i>Минеральные соли</i> 1,0-1,5%	<i>Малые биологические молекулы</i>	<i>Биологические полимеры</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • <i>аминокислоты,</i> • <i>глицерин,</i> • <i>азотистые основания</i> <i>и т.д.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>белки;</i> • <i>нуклеиновые кислоты;</i> • <i>полисахариды;</i> • <i>липиды;</i> • <i>гормоны;</i> • <i>АТФ и др.</i>

Химические элементы

Элементы	Содержание в организме в %	Биологическое значение
органогены - 95%		
О, С, Н, N		<i>Входят в состав всех органических веществ клетки</i>
макроэлементы		
Фосфор P	1,0%	<i>Входит в состав нуклеиновых кислот, ферментов, костной ткани и эмали зубов</i>
Кальций Ca	2,5%	<i>У растений входит в состав оболочки клетки, у животных - в состав костей и зубов, ионы кальция активизируют свертываемость крови.</i>
микроэлементы 1-0,01%		
Сера S	0,25%	<i>Входит в состав белков, витаминов и ферментов</i>

Калий К	0,25%	<i>Обуславливает проведение нервных импульсов, активатор ферментов белкового синтеза, роста растений</i>
Хлор Cl	0,2%	<i>Является компонентом желудочного сока в составе соляной кислоты, активизирует пищеварительные ферменты</i>
Натрий Na	0,1%	<i>Обеспечивает проведение нервных импульсов, поддерживает осмотическое давление, стимулирует синтез гормонов.</i>
Магний Mg	0,07%	<i>Входит в состав молекулы хлорофилла, содержится в костях и зубах, активизирует синтез ДНК, энергетический обмен.</i>
Йод I	0,1%	<i>Входит в состав гормона щитовидной железы - тироксина, влияет на обмен веществ</i>
Железо Fe	0,01%	<i>Входит в состав гемоглобина, миоглобина, активатор ферментов, участвует в синтезе хлорофилла.</i>
ультрамикроэлементы-менее 0,01%		
Медь Cu		<i>Участвует в процессах кроветворения, фотосинтеза, катализирует внутриклеточные окислительные процессы</i>
Марганец Mn		<i>Повышает урожайность растений, активизирует процесс фотосинтеза, влияет на процессы кроветворения</i>
Бор B		<i>Влияет на ростовые процессы растений</i>
Фтор F		<i>Входит в состав эмали зубов</i>

Органические вещества

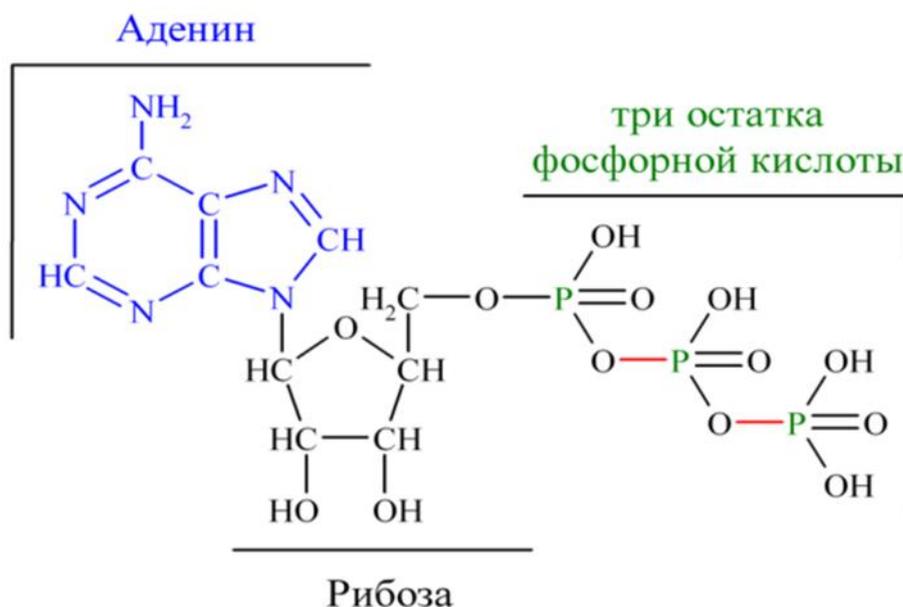
Вещества	Строение и свойства	Функции
<p>Липиды <i>жиры и жироподобные вещества</i></p>	<p>Жиры - сложные эфиры высших жирных кислот и глицерина. В состав фосфолипидов входит дополнительно остаток H_3PO_4. Обладают гидрофобными или гидрофильно-гидрофобными свойствами, высокой энергоемкостью</p>	<p>-Структурная — образуют билипидный слой всех мембранных структур; -энергетическая; -терморегуляторная; -защитная; -гормональная (кортикостероиды, половые гормоны); компоненты витаминов Д, Е; -источник воды в организме; -запасное питательное вещество.</p>
Углеводы		
<p>Моносахариды: (<i>триозы, тетрозы, пентозы, гексозы, гептозы</i>)</p>	<p>Хорошо растворимы в воде, сладкие на вкус. Пентозы — <i>рибоза, дезоксирибоза.</i> Гексозы — <i>глюкоза, фруктоза, галактоза</i></p>	<p>-Энергетическая -Компоненты ДНК, РНК, АТФ</p>
<p>Олигосахариды:</p>	<p>Растворимы в воде, сладкие на вкус. <i>Сахароза, мальтоза</i> (солодовый сахар)</p>	<p>-Энергетическая</p>
<p>Полисахариды: <i>крахмал, гликоген, целлюлоза</i></p>	<p>Плохо растворимы или нерастворимы в воде, не сладкие. Гомополисахариды: <i>крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин.</i> Гетерополисахариды: <i>муреин, пектин, гепарин.</i></p>	<p>-Структурная — компонент клеточной оболочки. -Запасные питательные вещества</p>
<p>Белки</p>	<p>Биополимеры. Мономерами служат 20 видов аминокислот, имеют несколько уровней организации.</p>	<p>-Ферментативная (биокатализаторы). -Структурная — входят в состав мембранных структур, рибосом. -Двигательная (сократительные белки мышц). -Транспортная (гемоглобин). -Защитная (антитела). -Регуляторная (гормоны, например инсулин) -Энергетическая -Запасные питательные вещества</p>

Обмен веществ в клетке

Обмен веществ и энергии (метаболизм) - совокупность реакций синтеза и распада, связанных с выделением или поглощением энергии.

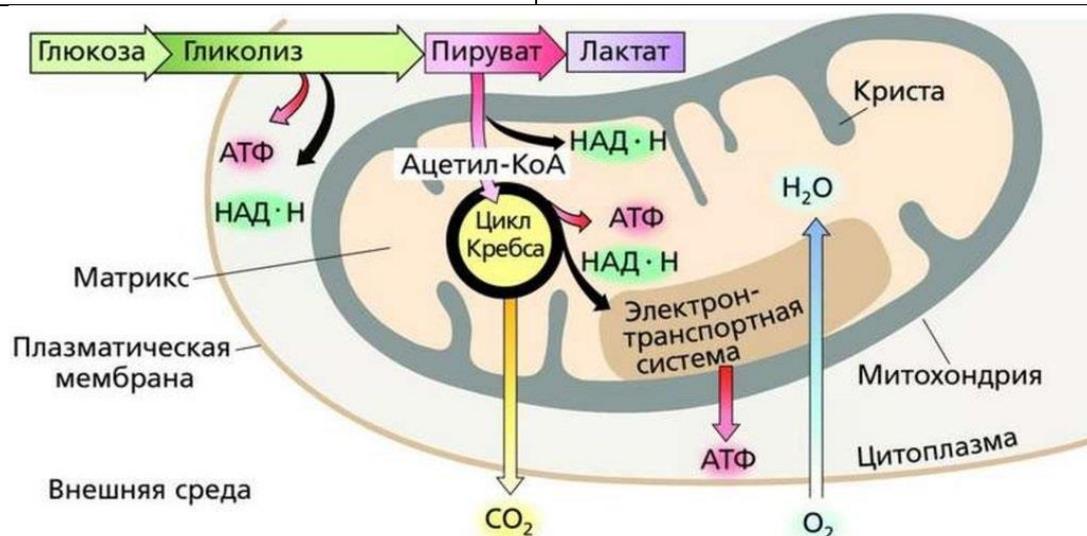
<u>Энергетический обмен</u> (катаболизм, диссимиляция)	<u>Пластический обмен</u> (анаболизм, ассимиляция)
Совокупность реакции распада и окисления органических веществ, связанные с выделением энергии и синтезом молекул АТФ	Совокупность реакций синтеза органических веществ, сопровождающихся поглощением энергии за счет распада молекул АТФ. Примеры реакций: фотосинтез, биосинтез белка, синтез нуклеиновых кислот, синтез жиров, синтез углеводов.

Универсальным хранителем и переносчиком энергии в живом организме является молекула АТФ (аденозинтрифосфорная кислота – мононуклеотид, состоящий из аденина, рибозы и трех остатков фосфорной кислоты, соединяющихся между собой макроэргическими связями).



Гидролиз макроэргических связей молекулы АТФ, сопровождаемый отщеплением одного или двух остатков фосфорной кислоты, приводит к выделению 40 кДж энергии.

Этапы энергетического обмена	
<p>I - подготовительный этап — расщепление полимеров до мономеров. Процесс протекает в пищеварительном тракте или цитоплазме клеток (в лизосомах). Вся энергия рассеивается в виде тепла.</p>	<p>Белки + H₂O → аминокислоты + Q Жиры + H₂O → глицерин + жирные кислоты + Q Полисахариды + H₂O → глюкоза + Q (крахмал, гликоген)</p>
<p>II этап. Гликолиз — бескислородный этап, протекает в цитоплазме. Часть энергии запасается в виде АТФ.</p>	<p>$C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2H_3PO_4 + \rightarrow$ <i>глюкоза</i></p>
<p>III - кислородный этап, протекает в митохондриях. Энергия химических связей окисляемых веществ преобразуется в</p>	<p>$2C_3H_4O_3 + 36ADP + 36H_3PO_4$</p>
<p>Суммарное уравнение:</p>	<p>$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O + 38ADP + 38H_3PO_4 \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$</p>
<p>Анаэробное дыхание Синтез АТФ при отсутствии или недостатке кислорода, путем расщепления питательных веществ. Осуществляют многие виды бактерий, микроскопические грибы и простейшие.</p>	<p>Молочнокислое брожение: $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2H_3PO_4$ $\rightarrow 2C_3H_6O_3 + 2ATP$</p>



Пластический обмен. Фотосинтез.

Фотосинтез - сложный процесс преобразования энергии солнечного света в энергию химических связей АТФ и последующий синтез глюкозы из CO_2 и H_2O .

Суммарное уравнение фотосинтеза:



Фотосинтез включает 3 основных этапа:

- 1) Захват кванта света, возбуждение e^- хлорофилла и преобразование электромагнитной энергии в химическую - синтез АТФ
- 2) Фотолиз воды: $\text{H}_2\text{O} = 1/2 \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^-$
- 3) Синтез глюкозы из CO_2 и H^+ при участии АТФ

При этом первые 2 этапа происходят на мембранах тилакоидов хлоропластов (рис 14,15) на свету (световая фаза фотосинтеза), а синтез глюкозы – в строме (темновая фаза).

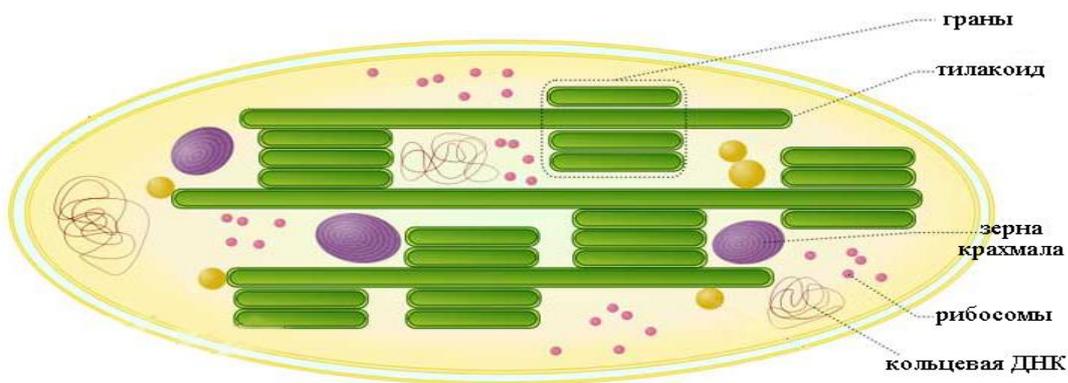


Рис-14

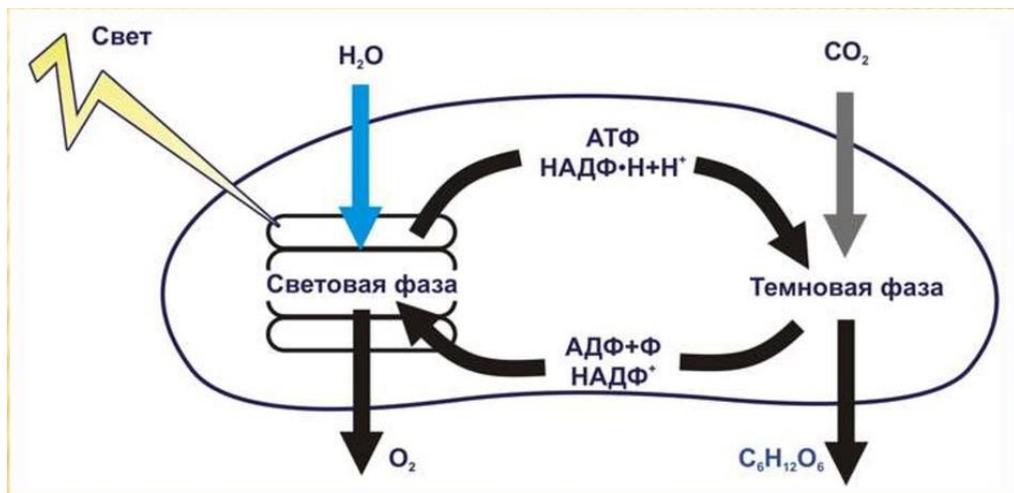


Рис-15

Ситуационные задачи на энергетический обмен и фотосинтез

Примеры решения задач:

Задача:

В диссимиляцию вступило 10 молекул глюкозы. Определите количество АТФ после гликолиза, после кислородного этапа и суммарный эффект диссимиляции.

Решение:

1) Т.к. в ходе гликолиза из одной молекулы глюкозы образуется 2 молекулы ПВК и 2АТФ, следовательно, синтезируется 20 АТФ.

2) после кислородного этапа диссимиляции образуется 36 молекул АТФ (при распаде 1 молекулы глюкозы), следовательно, синтезируется 360 АТФ.

3) Суммарный эффект диссимиляции равен $360+20=380$ АТФ.

Задача:

Какова масса кислорода, образовавшегося при фотосинтезе, если в результате этого процесса образовалось 45 грамм глюкозы? (молекулярная масса кислорода – 32, молекулярная масса глюкозы – 180)

Решение:

1) Суммарное уравнение фотосинтеза: $6\text{CO}_2+6\text{H}_2\text{O}=\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6+6\text{O}_2$

2) Составляем пропорцию: $45:180=x:(6\times 32)$

3) $x=(45\times 6\times 32):180=1.5\times 32=48\text{г}$ кислорода.

Задача:

В процессе диссимиляции произошло расщепление 7 моль глюкозы, из которых полному расщеплению подверглось только 2 моль. Определить: сколько моль молочной кислоты и углекислого газа образовалось; сколько моль АТФ синтезировано и сколько энергии в них аккумулировано; сколько моль кислорода израсходовано на дальнейшее окисление образовавшейся молочной кислоты?

Решение:

1. По уравнению гликолиза определяем количество молочной кислоты, если неполному расщеплению подверглось 5 моль глюкозы:

1 моль ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) - 2 моль ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$)

5 моль ($C_6H_{12}O_6$) - x моль ($C_3H_6O_3$)

$x = 10$ моль ($C_3H_6O_3$)

2. По уравнению полного расщепления глюкозы определяем количество образовавшегося углекислого газа:

1 моль ($C_6H_{12}O_6$) - 6 моль (CO_2)

2 моль ($C_6H_{12}O_6$) - x моль (CO_2)

$x = 12$ моль (CO_2)

3. Определяем количество образовавшейся АТФ:

1 моль ($C_6H_{12}O_6$) - 2 моль (АТФ)

5 моль ($C_6H_{12}O_6$) - x моль (АТФ)

$x = 10$ моль (АТФ)

1 моль ($C_6H_{12}O_6$) - 38 моль (АТФ)

2 моль ($C_6H_{12}O_6$) - x моль (АТФ)

$x = 76$ моль (АТФ)

Общее количество АТФ - 86 моль ($10 + 76$).

4. Зная, что в АТФ запасается 40 кДж/моль энергии, определяем общее количество аккумулированной энергии:

$E = 40 \text{ кДж} \times 86 = 3440 \text{ кДж}$

5. По уравнению 3 определяем количество кислорода:

2 моль ($C_3H_6O_3$) - 6 моль (O_2)

10 моль ($C_3H_6O_3$) - x моль (O_2)

$x = 30$ моль (O_2)

Ответ: образовалось 10 моль $C_3H_6O_3$, 12 моль CO_2 , 86 моль АТФ, в которых аккумулировано 3440 кДж E ; на расщепление $C_3H_6O_3$ необходимо 30 моль O_2 .

Задача:

Мышцы ног при беге со средней скоростью за 1 мин расходуют 24 кДж E . Определите сколько глюкозы (в граммах) израсходуют мышцы ног за 25 мин бега, если кислород доставляется кровью к мышцам в достаточном количестве?

Решение:

1. Определяем сколько E необходимо мышцам для работы:

$24 \text{ кДж} \times 25 \text{ мин} = 600 \text{ кДж}$

2. Поскольку эта энергия может быть только в виде АТФ, узнаем, сколько необходимо моль АТФ:

$600 \text{ кДж} : 40 \text{ кДж} = 15 \text{ моль}$

3. По уравнению гликолиза определяем, сколько глюкозы при расщеплении образует это количество АТФ:

1 моль (С₆Н₁₂О₆) - 38 моль (АТФ)

x моль (С₆Н₁₂О₆) - 15 моль (АТФ)

x = 0,4 моль (С₆Н₁₂О₆)

4. Переведём количество глюкозы в граммы:

1 моль (С₆Н₁₂О₆) - 180 г

0,4 моль (С₆Н₁₂О₆) - x г

x = 72 г (С₆Н₁₂О₆)

Ответ: мышцы ног за 25 мин бега израсходуют 72 г глюкозы.

Задачи:

1. В диссимиляцию вступило 15 молекул глюкозы. Определите количество АТФ после гликолиза.
2. Определите количество АТФ, образовавшееся в результате полного расщепления 20 грамм глюкозы.
3. В процессе диссимиляции произошло расщепление 17 моль глюкозы, из которых кислородному расщеплению подверглось 3 моль. Определите: а) сколько молочной кислоты и углекислого газа при этом образовалось; б) сколько АТФ при этом образовано; в) сколько энергии и в какой форме аккумулировано в этих молекулах АТФ; г) сколько кислорода израсходовано на окисление образовавшейся молочной кислоты?
4. В митохондрию поступило 6 молекул ПВК. Определите количество АТФ после энергетического этапа, суммарный эффект диссимиляции и количество молекул глюкозы, вступившей в диссимиляцию.
5. Определите массу глюкозы, если в результате ее гликолиза образовалось 35 г молочной кислоты. Молекулярная масса глюкозы – 180, молочной кислоты – 90.
6. Сколько воды потребуется растению для синтеза 30 г глюкозы, если молекулярная масса глюкозы=180, а молекулярная масса воды – 18?
7. В результате диссимиляции глюкозы в клетках образовалось 5 моль молочной кислоты и 27 моль углекислого газа. Определите: а) сколько всего глюкозы израсходовано; б) сколько из них подверглось только неполному и сколько полному расщеплению; в) сколько АТФ при этом синтезировано и сколько энергии аккумулировано; г) сколько моль кислорода израсходовано на окисление образовавшейся молочной кислоты?
8. Сколько энергии запасается в форме АТФ, если в процессе диссимиляции глюкозы в клетках образовалось 4 моль молочной кислоты и 21 моль СО₂?

9. В процессе диссимиляции произошло расщепление 15 моль глюкозы, из которых кислородному окислению подверглось 5 моль. Определить: сколько энергии запасено в АТФ; сколько углекислого газа выделилось?

10. В процессе диссимиляции произошло расщепление 10 моль глюкозы, из которых полному расщеплению подверглось только 3 моль. Определите, сколько АТФ, молочной кислоты и углекислого газа при этом образовалось?

11. При выполнении вольных упражнений мышцы рук за 1 мин расходуют 12 кдж энергии. Определите, сколько кислорода необходимо для 8 мин работы мышц, если идёт полное расщепление глюкозы?

12. Мышцы ног при беге со средней скоростью за 1 мин расходуют 24 кдж энергии. Определите, сколько граммов глюкозы и моль кислорода должно быть принесено кровью к мышцам за 10 мин бега, если идет полное окисление глюкозы?

13. При выполнении вольных упражнений мышцы рук за 1 мин расходуют 12 кдж энергии. Определить, на сколько мин хватит мышцам энергии, образовавшейся при полном расщеплении в них 21,3 г глюкозы?

Организация наследственного материала.

Наследственный материал клеток представлен нуклеиновыми кислотами. Различают два основных вида нуклеиновых кислот: ДНК и РНК. Нуклеиновая кислота представляет собой биополимер, мономером которого является **нуклеотид**.

Каждый нуклеотид состоит из 3 компонентов –

- ✓ сахара (дезоксирибозы или рибозы);
- ✓ фосфата;
- ✓ одного из 5 азотистых оснований.

Азотистые основания бывают пуриновыми и пиримидиновыми.

К пуриновым относятся аденин (А) и гуанин (Г), а к пиримидиновым - тимин (Т), цитозин (Ц) и урацил (У).

В нуклеотиде азотистое основание всегда присоединено к первому атому углерода в молекуле сахара (С1'), фосфат – к пятому (С5'), а в положении С3' находится гидроксильная группа.(рис16)

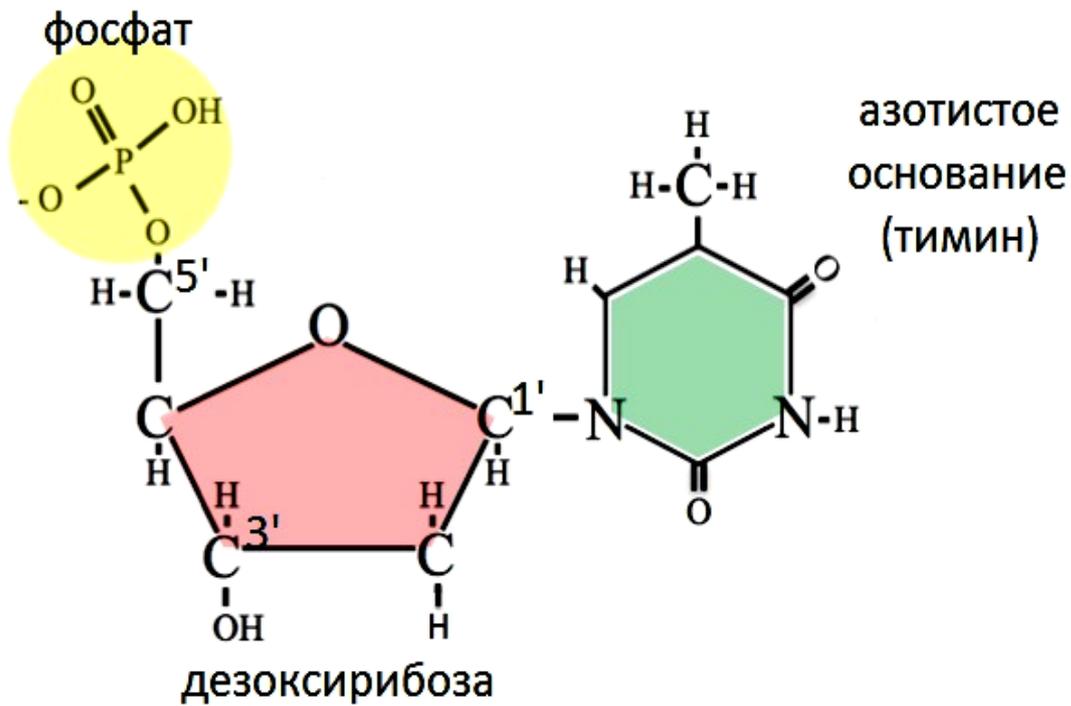


Рис-16

В нуклеотиде ДНК углевод (сахар) всегда представлен дезоксирибозой, а одно из возможных азотистых оснований - аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т) или цитозин (Ц).

Нуклеотид РНК также состоит из 3 компонентов: сахара (рибозы); фосфата; одного из 4 азотистых оснований: аденина (А), гуанина (Г), урацила (У) или цитозина (Ц).(рис16)

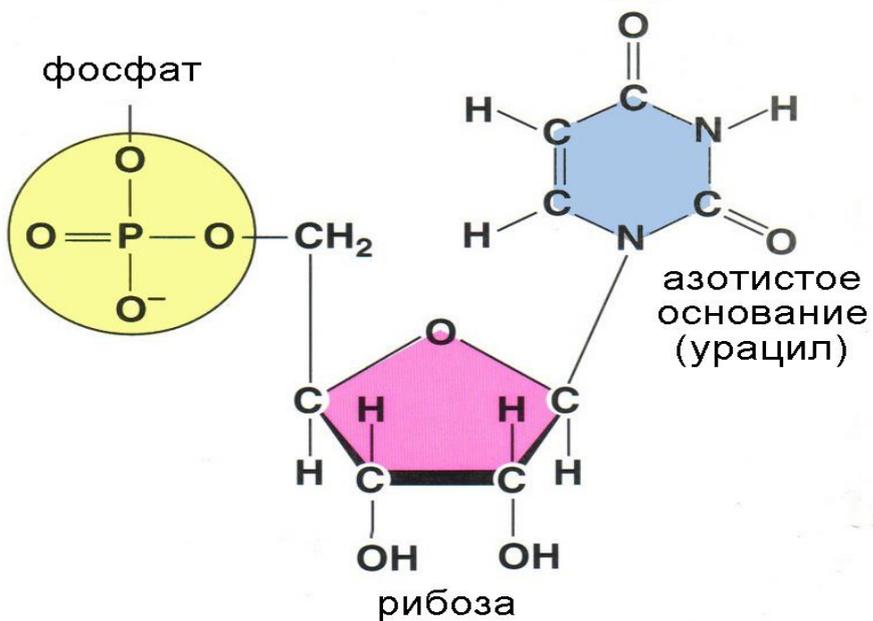
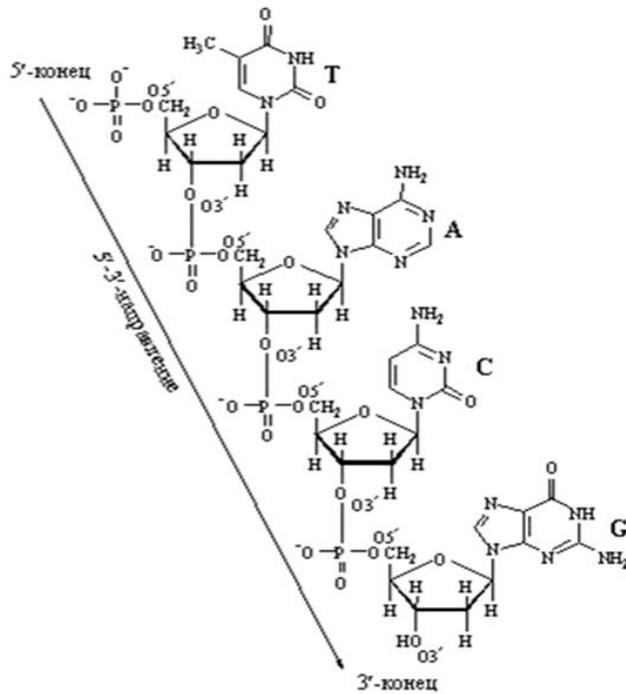


Рис-17

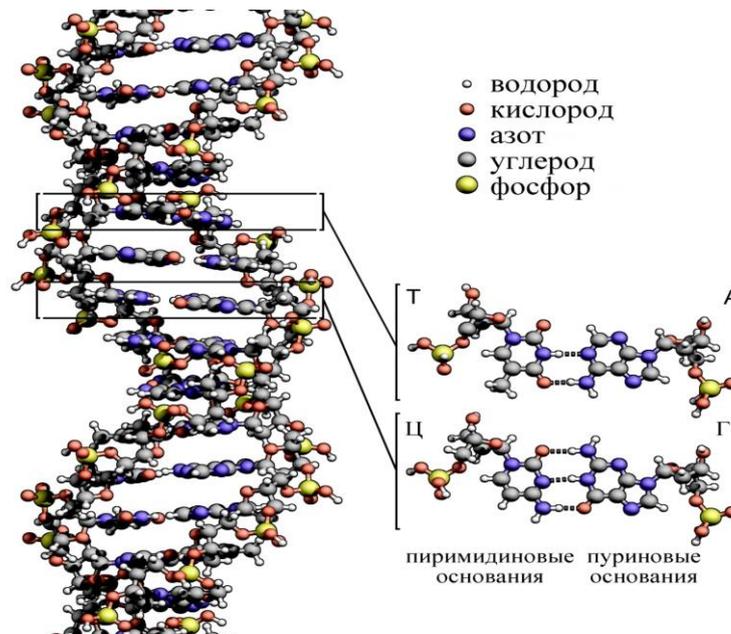


Объединение нуклеотидов в полинуклеотидную цепь происходит благодаря фосфодиэфирным связям, образующимся между ОН-группой, расположенной у 3-го атома углерода дезоксирибозы одного нуклеотида, и фосфатом, присоединенным к 5-му атому углерода другого нуклеотида. В полинуклеотидной цепи можно различить 2 свободных конца:

3'-конец – со свободной ОН-группой, и **5'-конец** – со свободным фосфатом. Полярность играет важную роль при синтезе полинуклеотидной цепи, т.к. удлинение цепи возможно только путём присоединения новых нуклеотидов к свободному 3'-концу, т.е. идет в направлении 5'→3'.

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота.

Является основным компонентом хромосом. Обеспечивает хранение и передачу наследственной информации.(рис18)



(Рис 18)

В 1953 г Дж.Уотсон и Ф.Крик открыли, что молекула ДНК представляет собой двойную спираль, состоящую из двух полинуклеотидных цепей, закрученных вокруг общей оси.

Соединение двух цепей происходит благодаря водородным связям, возникающим между азотистыми основаниями на основании принципов комплементарности и антипараллельности.

Комплементарность - это строгое соответствие азотистых оснований, обеспечивающее возможность образования водородных связей. Так, аденин комплементарен тимину и образует с ним двойную водородную связь, а гуанин комплементарен цитозину и образует с ним тройную водородную связь. **Антипараллельность** заключается в объединении цепей с противоположной направленностью. Так, к 5'-концу одной цепи вторая будет присоединяться своим 3'-концом.

Так как нуклеотиды в ДНК объединены строго по принципу комплементарности, то действует **правило Чаргаффа** - количество пуриновых оснований всегда равно числу пиримидиновых: А=Т и Ц=Г.

В молекуле ДНК выделяют три уровня организации:

1. первичная структура - одна полинуклеотидная цепь;
2. вторичная структура – две полинуклеотидные цепи, объединенные водородными связями по принципу комплементарности и антипараллельности;
3. третичная структура – трехмерная спираль, закрученная вокруг собственной оси.

Диаметр спирали равен 2 нм, а расстояние между соседними нуклеотидами - 0,34нм. В один виток спирали входит 10 нуклеотидных пар.

Выделяют право- и левозакрученные спирали. (рис19)

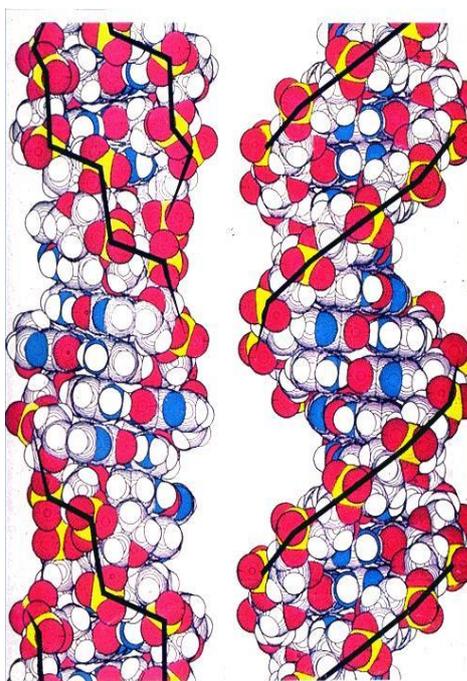


Рис-19

Почти все природные ДНК состоят из двух цепей (исключение составляют одноцепочечные ДНК некоторых вирусов).

При этом ДНК может иметь линейную форму или кольцевую (когда концы молекулы замкнуты). В клетках прокариот ДНК представлена одной кольцевой макромолекулой

(нуклеоид). У эукариот основная масса ДНК находится в ядре клетки в составе хромосом (ядерная ДНК). Кроме того, в состав митохондрий и хлоропластов входят кольцевые молекулы ДНК. ДНК этих органелл называют цитоплазматической; она составляет примерно 0,1% всей клеточной ДНК.

ДНК образуется в ходе **редупликации (репликации)**. (рис 21) Это полуконсервативный способ, т.к. одна из цепей сохраняется исходной материнской, а вторая - вновь синтезированная. При редупликации двойная спираль ДНК раскручивается на отдельных участках (с помощью фермента геликазы) - образуются репликационные вилки. Фермент ДНК-полимераза достраивает на каждом таком участке комплементарные и антипараллельные цепи к каждой материнской цепи ДНК. Репликационные вилки движутся вдоль молекулы ДНК, и постепенно происходит самоудвоение всей двойной спирали ДНК за счет свободных нуклеотидов, имеющихся в нуклеоплазме. ДНК-полимераза присоединяет каждый очередной нуклеотид к ОН-группе в 3'-положении предыдущего нуклеотида. Таким образом, сборка полинуклеотидной цепи происходит в направлении от 5' к 3'-концу. При антипараллельном соединении двух цепей это означает, что на одной матрице (3'-5') сборка новой цепи (5'-3') происходит непрерывно и она постоянно удлиняется на 3'-конце, а на другой матрице (5'-3') синтез новой цепи (3'-5') осуществляется короткими фрагментами (фрагменты Оказаки) по типу шитья «назад иголкой», т.к. принцип сборки полинуклеотидной цепи от 5' к 3'-концу не должен нарушаться. Строящаяся непрерывно цепь является лидирующей, ее синтез идет быстрее; вторая цепь, состоящая из фрагментов Оказаки, называется запаздывающей.

Репликация ДНК происходит в принципе одинаково у про- и эукариот, однако у прокариот скорость самоудвоения существенно выше (примерно в 10 раз).

Фрагмент ДНК от точки начала репликации и до точки ее окончания образует единицу репликации – **репликон**.

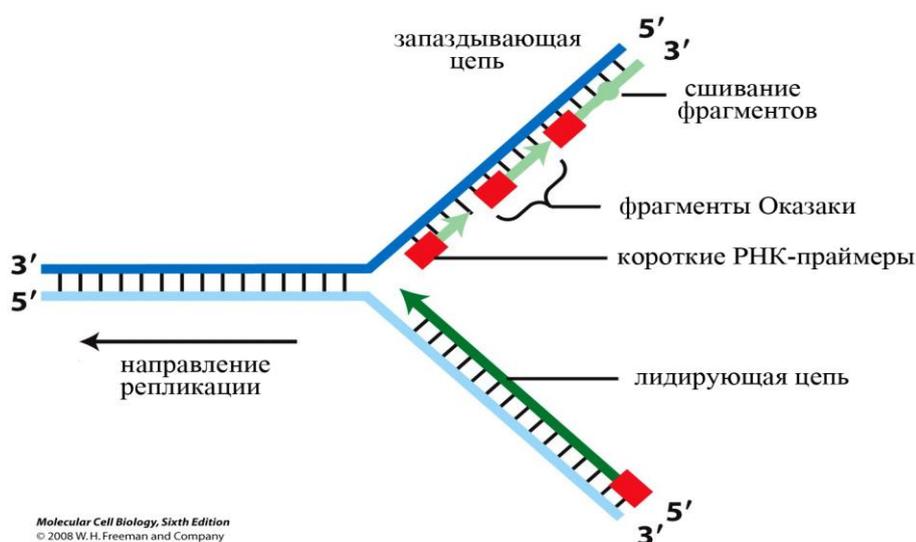


Рис-21

РНК - рибонуклеиновая кислота.

Все виды РНК синтезируются на матрице ДНК в ядре. В клетке существует 3 разновидности РНК:

- *информационная,*
- *рибосомная,*
- *транспортная.*

Информационная и рибосомная РНК представляют собой полинуклеотидную цепь линейной структуры; иРНК выполняет функцию матрицы для синтеза белка, рРНК входит в состав рибосом.

Транспортная РНК имеет специфическую конфигурацию (рис-21) и представлена полинуклеотидной цепочкой, свернутой в виде трилистника; тРНК обеспечивает доставку аминокислот к месту синтеза белка. На вершине трилистника расположен ключевой триплет нуклеотидов – *антикодон*.

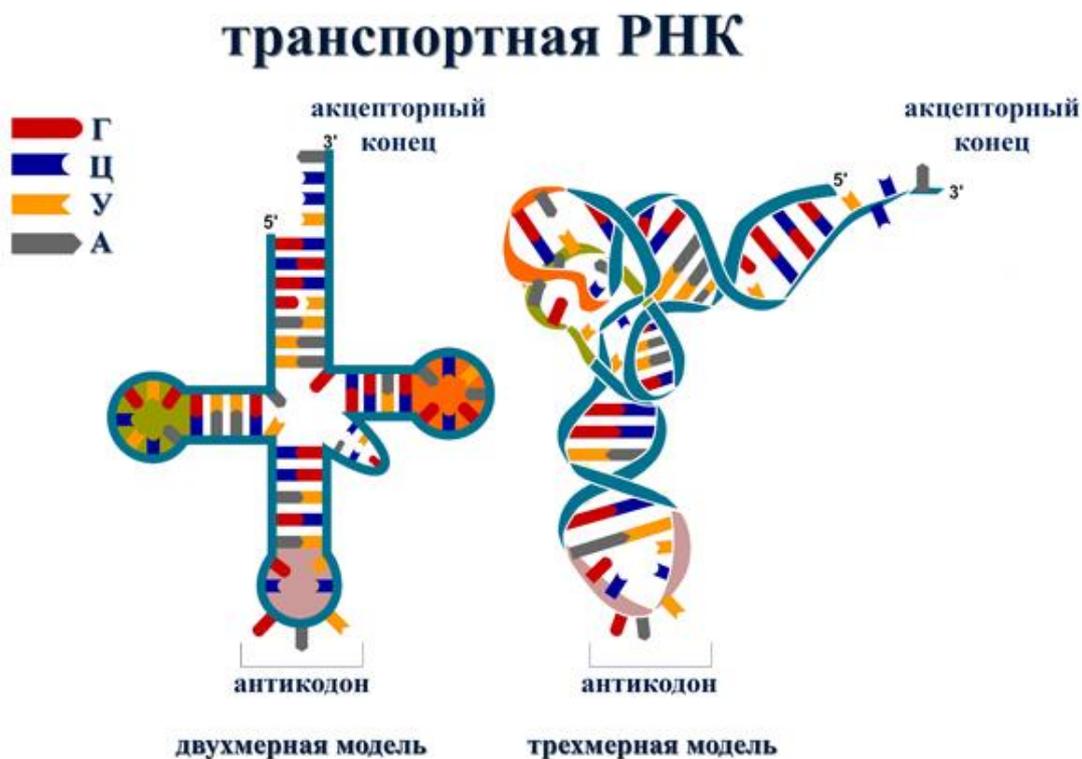


Рис 22

Генетический код и его свойства.

Информация о структуре белка записана в ДНК с помощью генетического кода.

Генетический код – способ записи информации о последовательности аминокислот в белке с помощью последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК.

Свойства генетического кода:

- ✓ **Триплетность** – каждая аминокислота шифруется тремя последовательно расположенными нуклеотидами.
- ✓ **Неперекрываемость** – каждый нуклеотид входит в состав только одного триплета.
- ✓ **Специфичность** – каждый триплет кодирует строго определенную аминокислоту.
- ✓ **Универсальность** – у всех живых организмов кодирование аминокислот осуществляется одними и теми же триплетами.
- ✓ **Вырожденность (избыточность)** – многие аминокислоты могут кодироваться не одним, а несколькими триплетами (от 2 до 6).
- ✓ из 64 возможных триплетов, составляемых из 4 азотистых оснований, входящих в состав ДНК, 61 кодирует аминокислоты, а 3 не кодируют аминокислот (нонсенс-триплеты) и играют роль стоп-сигналов при считывании информации (УАА, УГА, УАГ).

Генетический код принято записывать в виде таблицы (рис-22)



Рис-22.

Биосинтез белка.

Процесс биосинтеза белка включает 4 стадии:

1. *Транскрипция*
2. *Процессинг*
3. *Трансляция*
4. *Посттрансляционные преобразования*

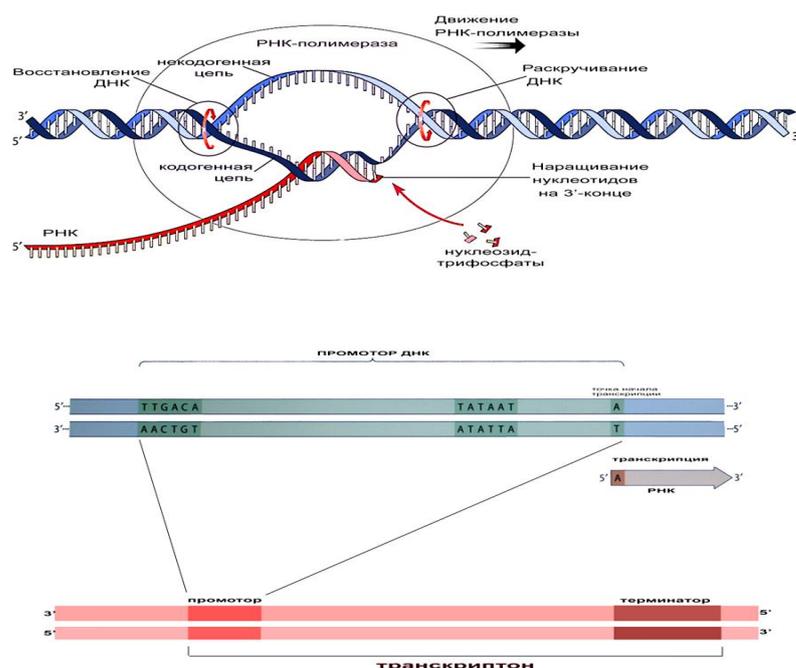
Транскрипция

Транскрипция – это процесс синтеза и-РНК (м-РНК), происходящий в ядре на молекуле ДНК. (рис 23)

Синтез и-РНК начинается с обнаружения ферментом РНК-полимеразой особого участка в молекуле ДНК – **промотора** (который указывает на начало транскрипции). Затем РНК-полимераза раскручивает прилежащий виток спирали ДНК. Две цепи ДНК расходятся, и на цепи, обращенной к ферменту своим 3' концом (кодогенная цепь 3'-5'), фермент осуществляет синтез и-РНК. Сборка рибонуклеотидов в цепь происходит с соблюдением их комплементарности нуклеотидам ДНК и антипараллельно к кодогенной цепи ДНК. Продвигаясь вдоль цепи, фермент осуществляет постепенный синтез и-РНК до тех пор, пока не встретит специфическую нуклеотидную последовательность – **терминатор**, после чего вновь синтезированная молекула РНК отделяется от матрицы ДНК.

Фрагмент молекулы ДНК (промотор, транскрибированная последовательность и терминатор) образуют единицу транскрипции – **транскриптон**. Рис-23

ТРАНСКРИПЦИЯ



Процессинг

Одной из особенностей генов эукариот является наличие в них неинформативных участков – **интронов**, которые чередуются с информативными – **экзонами** (в отличие от генов прокариот, состоящих только из экзонов). Вследствие этого в результате транскрипции синтезируется незрелая и-РНК, содержащая неинформативные вставки.

При прохождении и-РНК через ядерную оболочку, происходит созревание и-РНК или **процессинг** (рис 24).

Процессинг включает следующие этапы: кэпирование, полиаденилирование, сплайсинг.

Кэпирование - присоединение к 5'-концу транскрипта 7-метилгуанозина посредством трифосфатного моста, соединяющего их в необычной позиции 5'-5', а также **метилование** рибоз двух первых нуклеотидов. Кэпирование защищает 5'-конец первичного транскрипта иРНК от действия **рибонуклеаз**, специфически разрезающих **фосфодиэфирные связи** в направлении 5'→3', а также способствует узнаванию и-РНК малой субъединицей рибосомы.

Полиаденилирование. Фермент поли(А)-полимераза присоединяет к 3'-концу **транскрипта** от 100 до 200 остатков адениловой кислоты. Полиаденилирование защищает и-РНК от действия нуклеаз в цитоплазме. Время жизни и-РНК напрямую зависит от длины полиаденилового хвоста.

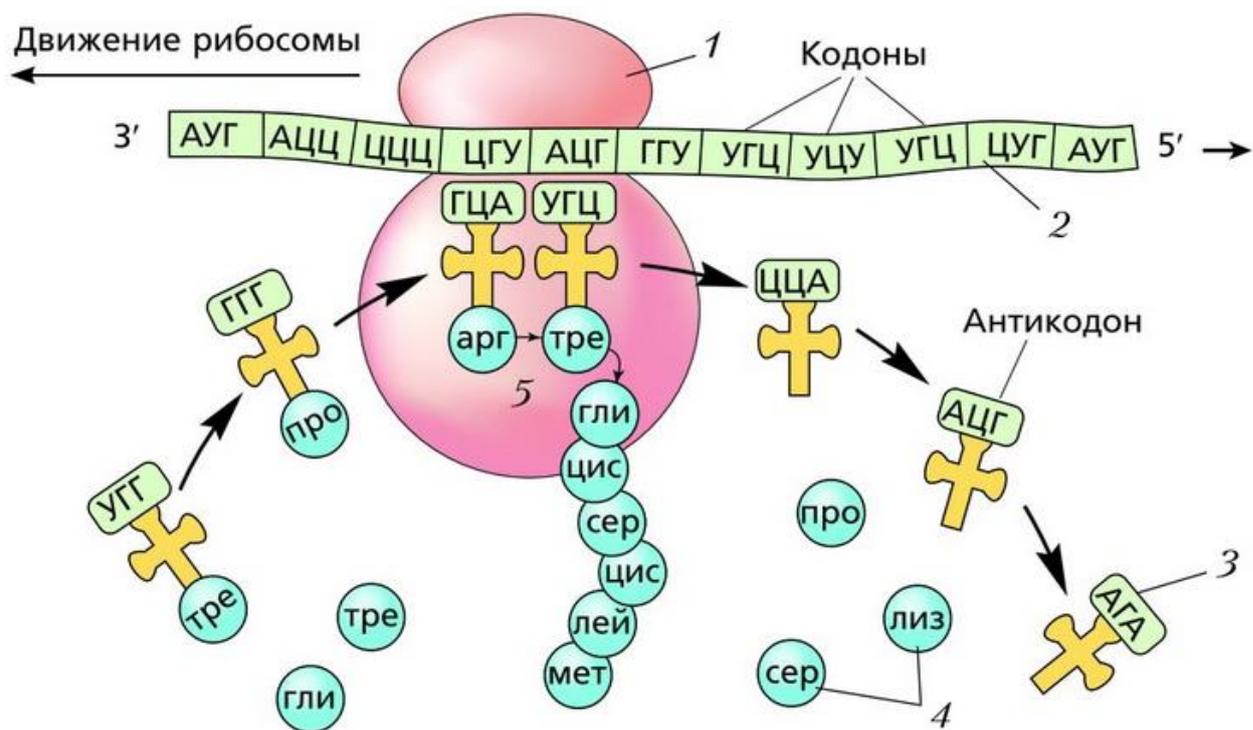
Сплайсинг – удаление интронов и сшивание экзонов на и-РНК.



(Рис-24)

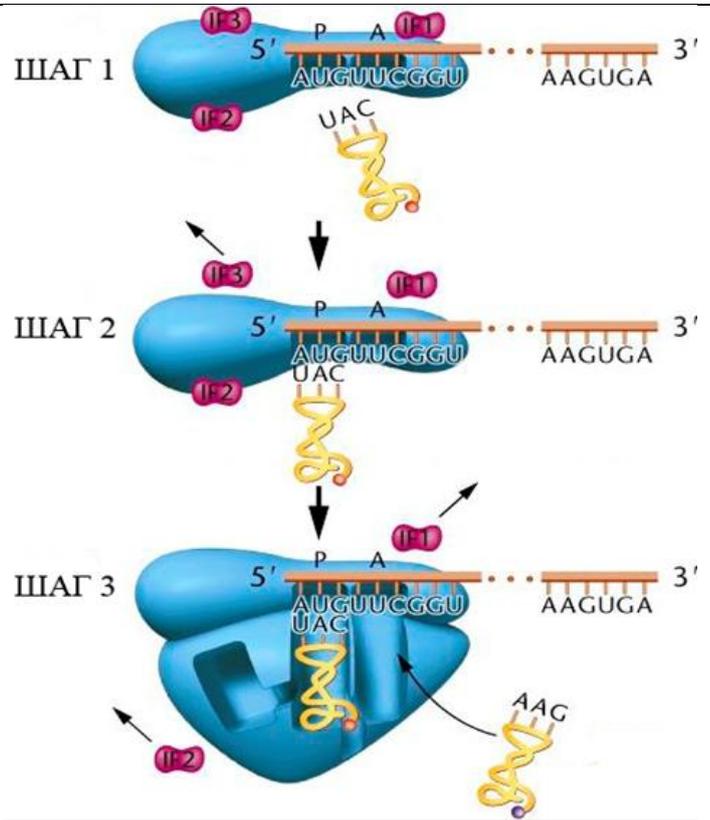
Трансляция

Непосредственная сборка полипептидной цепи на матрице иРНК . Состоит из 3 фаз(инициация, элонгация, терминация) (рис-25)



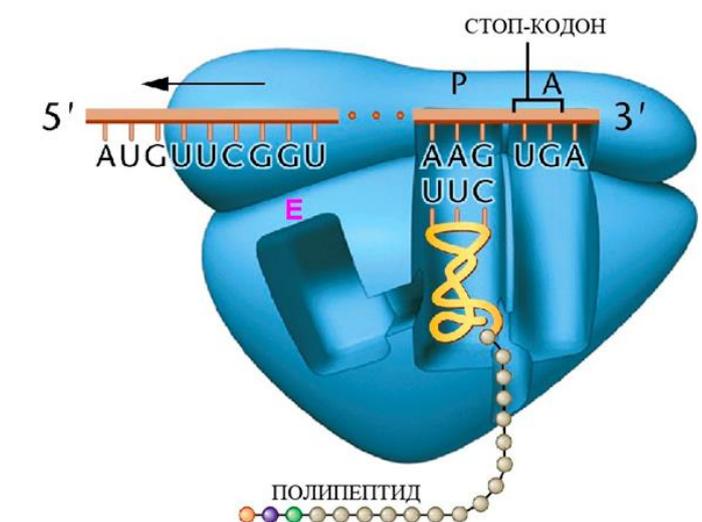
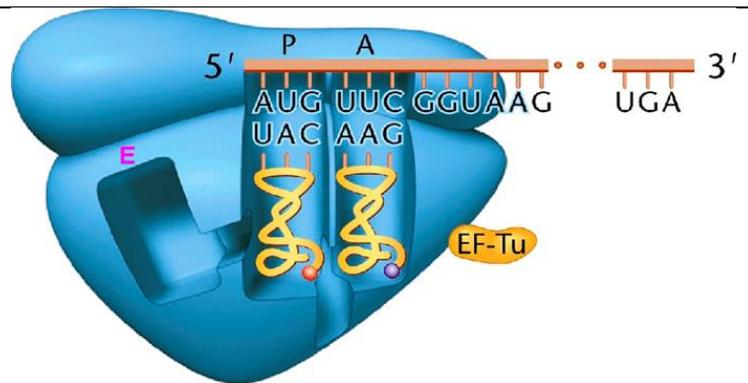
1 фаза - Инициация

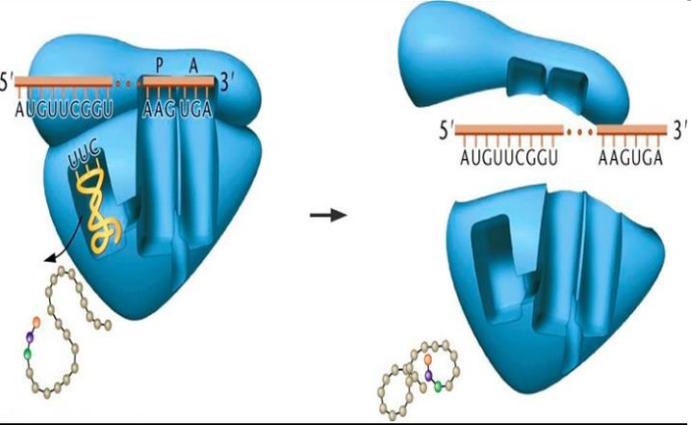
Начинается с распознавания малой субъединицей рибосомы информационной РНК благодаря КЭПу, затем происходит объединение двух субъединиц рибосомы на 5'-конце и-РНК, комплементарном р-РНК малой субъединицы, где располагается стартовый кодон АУГ, кодирующий уникальную аминокислоту метионин.



2 фаза – Элонгация

Удлинение полипептида в результате циклически повторяющихся событий, когда происходит комплементарное взаимодействие между антикодоном т-РНК (последовательность из трех нуклеотидов в т-РНК, комплементарных нуклеотидам кодона и-РНК) и очередным кодоном и-РНК, находящимся в аминокислотном участке (А-участке) рибосомы. В результате транспортируемая аминокислота располагается в А-участке поблизости от ранее включенной аминокислоты, находящейся в пептидном участке (П-участке). Между ними образуется пептидная связь, после чего аминокислота теряет связь со своей т-РНК, которая высвобождается и уходит



<p>в цитоплазму. Рибосома передвигается по и-РНК (1 шаг равен 1 кодону)</p>	
<p><u>3 фаза – Терминация.</u></p> <p>Завершение синтеза полипептида связано с узнаванием специфическим рибосомным белком одного из стоп-кодонов, когда тот входит в зону А-участка. При этом к последней аминокислоте пептидной цепи присоединяется молекула воды, и ее карбоксильный конец отделяется от рибосомы. После этого рибосома распадается на 2 субъединицы, а вновь синтезированный полипептид вступает в посттрансляционные преобразования, приобретая необходимую конфигурацию</p>	

По химической организации наследственного материала эукариотические и прокариотические клетки принципиально не отличаются друг от друга.

Генетический материал у них представлен ДНК; одинаковым способом осуществляется и использование генетической информации.

Однако у прокариот наследственный материал находится в единственной кольцевой молекуле ДНК, лишенной гистоновых белков и располагающейся непосредственно в цитоплазме клетки.

Гены прокариот состоят целиком из кодирующих нуклеотидных последовательностей, и процессы транскрипции и трансляции происходят в цитоплазме практически одновременно (рис 26).

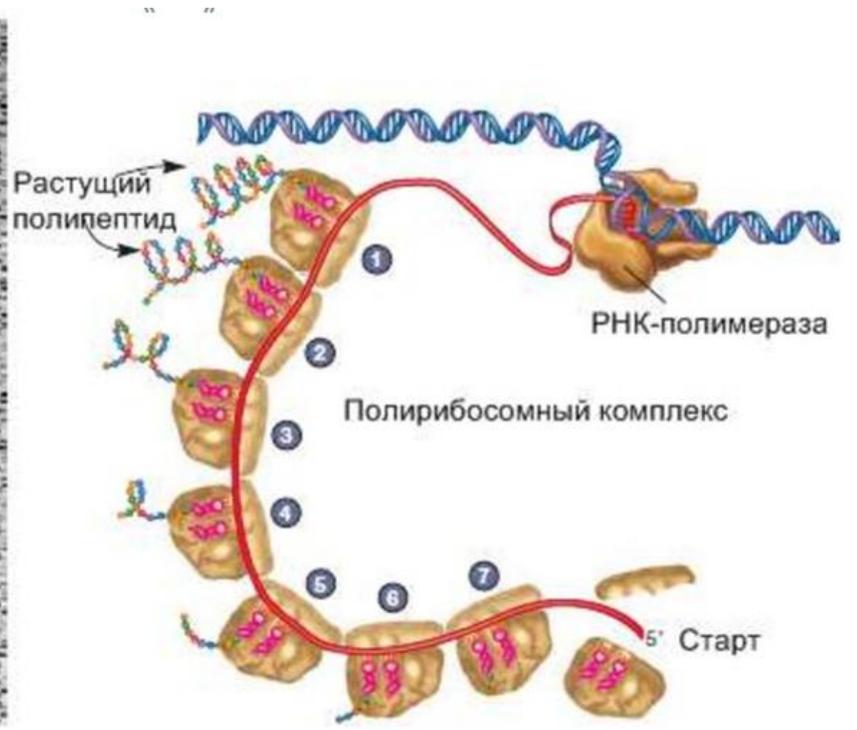
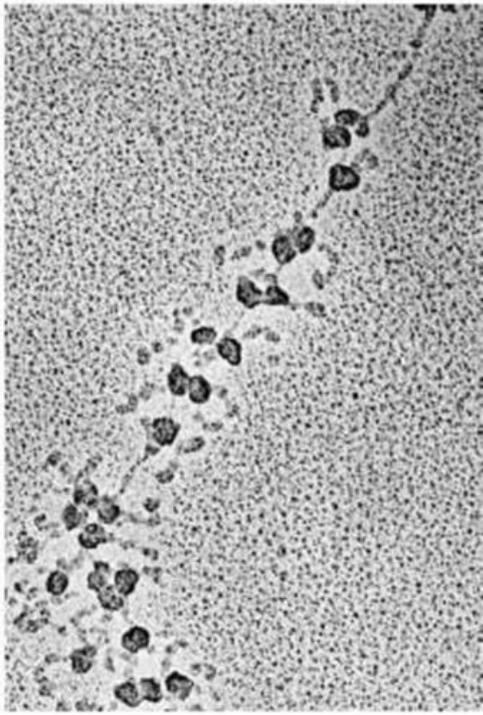


Рис-26

Генные мутации.

Внезапные скачкообразные изменения структуры наследственного материала живых организмов называют мутациями.

Генные мутации – изменения последовательности нуклеотидов в составе генов. Они могут возникать как следствие нарушений процессов редупликации, рекомбинации, репарации, затрагивающих обе цепи ДНК.

Минимальной единицей мутирования является **мутон** – одна пара комплементарных нуклеотидов.

Генные мутации могут приводить к:

- образованию триплета-синонима
- изменению смысла триплета
- образованию стоп-кодона
- изменению нескольких триплетов.

Генные мутации могут быть двух видов:

1) Со сдвигом рамки считывания информации (при выпадении или вставке нуклеотидов):

Нормальная ДНК:

ДНК₁: А – Т – Г – Г – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т – Ц

Выпадение одного нуклеотида:

ДНК₁: А – Т – Г – (Г) – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т

Мутировавшая ДНК:

ДНК₁: А – Т – Г – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т – Ц

В результате:

- сократилось количество триплетов (следовательно, количество аминокислот);
- изменился смысл триплетов, начиная с места выпадения;
- изменится аминокислотный состав белка, что приведет к изменению признака.

2) Без сдвига рамки считывания информации (замена одного нуклеотида другим или поворот на 180° нескольких нуклеотидов)

Примеры:

Поворот нуклеотида на 180°:

ДНК₁: А – Т – Г – Г – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т



ДНК₁: А – Т – Г – Г – Ц – А – А – Г – Т – Ц – А – Ц – Г – Т

В результате может образоваться

- триплет-синоним;
- стоп-кодон;
- поменяется смысл триплетов в измененном участке.

Замена одного нуклеотида на другой:

Нормальная ДНК:

ДНК₁: А – Т – Г – Г – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т – Ц

Мутировавшая ДНК:

ДНК₁: А – Т – Г – Ц – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т – Ц

- В результате изменился смысл одного триплета.

Репарация.

Значительная часть изменений структуры ДНК, возникающих первоначально в одной из полинуклеотидных цепей, устраняется в процессе репарации.

Репарация – восстановление первоначальной структуры ДНК – включает в себя несколько этапов:

1) обнаружение измененного участка ДНК:

ДНК₁: А – Т – Г – Г – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т

II II III III III II III III II II III III II

ДНК₂: Т – А – Ц – Ц – Г – Т – Г – У – Ц – Т – Т – Г – Ц – А

2) вырезание измененного участка из цепи ДНК:

ДНК₁: А – Т – Г – Г – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т

II II III III III II III III II II III III II

ДНК₂: Т – А – Ц – Ц – Г – Т – Г Ц – Т – Т – Г – Ц – А

3) восстановление исходной структуры с использованием второй, неповрежденной цепи ДНК (по принципам комплементарности и антипараллельности):

ДНК₁: А – Т – Г – Г – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т

II II III III III II III II III II II III III II

ДНК₂: Т – А – Ц – Ц – Г – Т – Г А Ц – Т – Т – Г – Ц – А

4) вшивание вновь синтезированного фрагмента в репарируемую последовательность:

ДНК₁: А – Т – Г – Г – Ц – А – Ц – Т – Г – А – А – Ц – Г – Т

II II III III III II III II III II II III III II

ДНК₂: Т – А – Ц – Ц – Г – Т – Г – А – Ц – Т – Т – Г – Ц

Ситуационные задачи на организацию наследственного материала.

Примеры решения задач:

Задача:

Фрагмент одной из цепей ДНК следующий:

5' А - А - А - Ц - Ц - А - А - Т - А - Ц - Т - Т - Г - Г - Т 5'.

Определите последовательность нуклеотидов и-РНК, синтезированной на данном участке ДНК.

Решение:

1) т.к. кодогенной является цепь, имеющая направление 3'→5', то данная цепь является комплементарной кодогенной. Находим кодогенную цепь в соответствии с принципами комплементарности и антипараллельности:

ДНК1: 5' А - А - А - Ц - Ц - А - А - Т - А - Ц - Т - Т - Г - Г - Т 3'

II II II III III II II II II III II II III II

ДНК2: 3' Т - Т - Т - Г - Г - Т - Т - А - Т - Г - А - А - Ц - Ц - А 5'

2) на кодогенной цепи строим и-РНК по принципу комплементарности и антипараллельности:

ДНК2: 3' Т - Т - Т - Г - Г - Т - Т - А - Т - Г - А - А - Ц - Ц - А 5'

II II II III III II II II II III II II III II

РНК: 5' А - А - А - Ц - Ц - А - А - У - А - Ц - У - У - У - Г - У 3'

Задача:

Белок состоит из 100 аминокислот. Установите, во сколько раз молекулярная масса участка гена, кодирующего данный белок, превышает молекулярную массу белка, если средняя молекулярная масса аминокислоты - 110, а нуклеотида - 300. Ответ поясните.

Решение.

генетический код триплетен, следовательно, белок, состоящий из 100 аминокислот, кодируют 300 нуклеотидов;

молекулярная масса белка $100 \times 110 = 11000$; молекулярная масса гена $300 \times 300 = 90000$; участок ДНК тяжелее, чем кодируемый им белок, в 8 раз ($90\,000/11\,000 = 8$).

Задача:

в молекуле ДНК содержится 27% аденина. Определите, сколько (в %) в этой молекуле содержится других нуклеотидов.

Решение:

1) количество аденина равно количеству тимина, следовательно, тимина в этой молекуле содержится 27%.

2) На гуанин и цитозин приходится $100\% - 27\% - 27\% = 46\%$.

3) Т.к. их количества равны, то $C=G=23\%$.

Задача:

в трансляции участвовало 20 молекул т-РНК. Определите количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка, а также число триплетов и нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок.

Решение:

1) если в синтезе участвовало 20 т-РНК, то они перенесли 20 аминокислот.

2) Поскольку одна аминокислота кодируется одним триплетом, то в гене будет 20 триплетов или 60 нуклеотидов

Задача:

В биосинтезе полипептида участвовали тРНК с антикодонами УУА, ГГЦ, ЦГЦ, АУУ, ЦГУ. Определите нуклеотидную последовательность участка каждой цепи молекулы ДНК, который несет информацию о синтезируемом полипептиде, и число нуклеотидов, содержащих аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т) и цитозин (Ц) в двуцепочечной молекуле ДНК. Ответ поясните.

Решение:

1) Антикодоны тРНК комплементарны кодонам иРНК, а последовательность нуклеотидов иРНК комплементарна одной из цепей ДНК;

2) участок одной цепи ДНК - ТТА ГГЦ ЦГЦ АТТ ЦГТ, а состав второй цепи ДНК – ААТ ЦЦГ ГЦГ ТАА ГЦА;

3) число нуклеотидов: А - 7, Т - 7, Г - 8, Ц - 8.

Задача:

фрагмент одной из цепей ДНК имеет следующее строение: ААГГЦТАЦГТТГ. Постройте на ней и-РНК и определите последовательность аминокислот во фрагменте молекулы белка.

Решение:

1) по правилу комплементарности определяем фрагмент и-РНК и разбиваем его на триплеты: УУЦ-ЦГА-УГЦ-ААУ.

2) По таблице генетического кода определяем последовательность аминокислот: фен-арг-цис-асн.

Задача:

фрагмент и-РНК имеет следующее строение: ГАУГАГУАЦУУЦААА. Определите антикодоны т-РНК и последовательность аминокислот, закодированную в этом фрагменте. Также напишите фрагмент молекулы ДНК, на котором была синтезирована эта и-РНК.

Решение:

1) используя таблицу генетического кода определяем последовательность аминокислот, закодированных в данной и-РНК: асп-глу-тир-фен-лиз.

2) В данном фрагменте содержится 5 триплетов, поэтому в синтезе будет участвовать 5 т-РНК. Следуя принципу комплементарности, антикодоны т-РНК имеют следующий вид: ЦУА, ЦУЦ, АУГ, ААГ, УУУ.

3) По принципу комплементарности определяем фрагмент ДНК, на которой синтезировалась данная и-РНК: ЦТАЦТЦАТГААГТТТ.

Задача:

фрагмент ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ТТАГЦЦГАТЦЦГ. Установите нуклеотидную последовательность т-РНК, которая синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Решение:

1) по принципу комплементарности находим состав молекулы т-РНК: ААУЦГГЦУАГГЦ

2) находим третий триплет — это ЦУА (антикодон).

3) Это антикодону комплементарен кодон и-РНК — ГАУ

4) по таблице генетического кода определяем аминокислоту, которую кодирует кодон и-РНК и переносит т-РНК - асп.

Задача:

Молекула ДНК бактерии (двухцепочечная) имеет молекулярную массу 72 000 000. Сколько примерно белков закодировано в ней, если принять, что типичный белок состоит из 400 мономеров, а молекулярная масса нуклеотида – около 300.

Решение:

1) определяем массу одной цепи ДНК: $72\ 000\ 000/2=36\ 000\ 000$.

2) определяем количество нуклеотидов, составляющих данную цепь:
 $36\ 000\ 000/300=120\ 000$.

3) т.к. каждую аминокислоту кодирует 3 нуклеотида, то количество аминокислот, закодированных в ДНК: $120\ 000/3=40\ 000$

4) количество белков, зашифрованных в ДНК: $40\ 000/400=100$.

Решите задачи:

1. В молекуле ДНК содержится 31% аденина. Определите, сколько (в %) в этой молекуле содержится других нуклеотидов.

2. В трансляции участвовало 50 молекул т-РНК. Определите количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка, а также число триплетов и нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок.

3. Фрагмент ДНК состоит из 72 нуклеотидов. Определите число триплетов и нуклеотидов в иРНК, а также количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка.
4. Фрагмент и-РНК имеет следующее строение: ГЦУААУГУУЦУУУАЦ. Определите антикодоны т-РНК и последовательность аминокислот, закодированную в этом фрагменте. Также напишите фрагмент молекулы ДНК, на котором была синтезирована эта и-РНК (используйте таблицу генетического кода).
5. Фрагмент ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: АГЦЦГАЦТТГЦЦ. Установите нуклеотидную последовательность т-РНК, которая синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК. Для решения используйте таблицу генетического кода.
6. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет следующее строение: 5'ГГЦТЦТАГЦТТЦЗ'. Постройте на ней и-РНК и определите последовательность аминокислот во фрагменте молекулы белка (для этого используйте таблицу генетического кода).
7. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ГГААЦЦААААЦГ. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны тРНК и соответствующую последовательность аминокислот фрагмента молекулы белка, используя таблицу генетического кода.
8. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: - АТААГГАТГЦЦТТТТ-. Определите последовательности нуклеотидов в иРНК и аминокислот в полипептидной цепи. Что произойдет в полипептиде, если в результате мутации во фрагменте гена выпадет второй триплет нуклеотидов?
9. По фрагменту цепи иРНК: -УУУУГУЦЦУААГАГА- определите фрагмент цепи ДНК, антикодоны тРНК и аминокислоты фрагмента молекулы белка, кодируемого данным участком ДНК.
10. Белок состоит из 220 аминокислот. Установите число нуклеотидов участков молекул иРНК и ДНК, кодирующих данный белок, и число молекул тРНК, которые необходимы для переноса этих аминокислот к месту синтеза. Ответ поясните.
11. Информационная часть иРНК содержит 120 нуклеотидов. Определите число аминокислот, входящих в кодируемый ею белок, число молекул тРНК, участвующих в процессе биосинтеза этого белка, число триплетов в участке гена, кодирующих первичную структуру этого белка.
12. В трансляции участвовало 46 молекул тРНК. Определите, во сколько раз молекула белка легче участка молекулы иРНК, на которой он синтезируется. Средняя молекулярная масса аминокислоты 110, нуклеотида – 300. Ответ поясните.

13. Последовательность нуклеотидов фрагмента цепи ДНК: -ААТГЦАГГТЦАЦГЦАГ-. В результате мутации одновременно выпадают второй нуклеотид и третий триплет нуклеотидов. Запишите новую нуклеотидную последовательность фрагмента цепи ДНК. Определите по ней последовательность нуклеотидов в иРНК и последовательность аминокислот в полипептиде.
14. Полипептид состоит из следующих аминокислот: аланин - лизин - триптофан - серин. Определите структуру участка ДНК, кодирующего указанный полипептид.
15. Участок молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида, имеет следующее строение: АЦЦАТАГТЦЦАА... Определите последовательность аминокислот в полипептиде.
16. Участок гена имеет следующую последовательность нуклеотидов: ЦЦТАГГАГЦ... Каков состав нуклеотидов в антикодонах тРНК, участвующих в трансляции фрагмента белка, закодированного указанным участком гена?
17. Полипептид состоит из следующих аминокислот : аланин - лизин - триптофан - серин. Определите структуру участка ДНК, кодирующего указанный полипептид.
18. Участок молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида, имеет следующее строение: АЦЦАТАГТЦЦАА. Определите последовательность аминокислот в полипептиде.
19. Участок гена имеет следующую последовательность нуклеотидов: ЦЦТАГГАГЦ. Каков состав нуклеотидов в антикодонах тРНК, участвующих в трансляции фрагмента белка, закодированного указанным участком гена?
20. В молекуле ДНК содержится 43% аденина. Определите, сколько (в %) в этой молекуле содержится других нуклеотидов.
21. В трансляции участвовало 37 молекул т-РНК. Определите количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка, а также число триплетов и нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок.
22. Фрагмент молекулы ДНК состоит из 69 нуклеотидов. Определите число триплетов и нуклеотидов в иРНК, а также количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка.
23. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет следующее строение: 3'АГЦЦГАГГЦТЦТАГЦТТЦ5'. Постройте на ней и-РНК и определите последовательность аминокислот во фрагменте молекулы белка (для этого используйте таблицу генетического кода).
24. Фрагмент и-РНК имеет следующее строение: ГЦУААААУГУУЦУУУАЦ. Определите антикодоны т-РНК и последовательность аминокислот, закодированную в этом фрагменте. Также напишите фрагмент молекулы ДНК, на котором была синтезирована эта и-РНК (используйте таблицу генетического кода).
25. Фрагмент ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов 5'АААГЦЦГГАЦТТТТГЦЦТЗ'. Установите нуклеотидную последовательность т-РНК, которая

синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

26. Фрагмент молекулы содержит аминокислоты: аспарагиновая кислота–аланин–метионин–валин. Определите: а) какова структура участка молекулы ДНК, кодирующего эту последовательность аминокислот; б) количество (в %) различных видов нуклеотидов в этом участке гена (в двух цепях).

27. В биосинтезе белка участвуют молекулы тРНК с антикодонами ЦУА, ЦАГ, ЦЦА, УАА, ГГГ. Определите нуклеотидную последовательность участка каждой цепи молекулы ДНК, который несет информацию о синтезируемом полипептиде. Ответ поясните.

28. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: 5'АААГГААЦЦАЦЦААААЦГЗ'. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны тРНК и соответствующую последовательность аминокислот фрагмента молекулы белка, используя таблицу генетического кода.

29. По фрагменту цепи иРНК: -УУУУГУЦЦУААГАГА- определите фрагмент цепи ДНК, антикодоны тРНК и аминокислоты фрагмента молекулы белка, кодируемого данным участком ДНК.

30. Белок состоит из 320 аминокислот. Установите число нуклеотидов участков молекул иРНК и ДНК, кодирующих данный белок, и число молекул тРНК, которые необходимы для переноса этих аминокислот к месту синтеза. Ответ поясните.

31. Информационная часть иРНК содержит 120 нуклеотидов. Определите число аминокислот, входящих в кодируемый ею белок, число молекул тРНК, участвующих в процессе биосинтеза этого белка, число триплетов в участке гена, кодирующих первичную структуру этого белка.

32. Последовательность нуклеотидов фрагмента цепи ДНК: -5'ААТГЦАГГТЦАЦГЦАГЗ'-. В результате мутации одновременно выпадают второй нуклеотид и третий триплет нуклеотидов. Запишите новую нуклеотидную последовательность фрагмента цепи ДНК. Определите по ней последовательность нуклеотидов в иРНК и последовательность аминокислот в полипептиде.

33. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: -АТААГГАТГЦЦТТТТ-. Определите последовательности нуклеотидов в иРНК и аминокислот в полипептидной цепи. Что произойдет в полипептиде, если в результате мутации во фрагменте гена выпадет второй триплет нуклеотидов?

34. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: 5'ГГААЦЦААААЦГЗ'. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны

tРНК и соответствующую последовательность аминокислот фрагмента молекулы белка, используя таблицу генетического кода.

35. Фрагмент молекулы ДНК состоит из нуклеотидов, расположенных в следующей последовательности: 3'ТАААТГГЦААЦЦ5'. Определите состав и последовательность аминокислот в полипептидной цепи, закодированной в этом участке гена.

36. По фрагменту цепи иРНК: -УУУУГУЦЦУААГАГА- определите фрагмент цепи ДНК, антикодоны tРНК и аминокислоты фрагмента молекулы белка, кодируемого в ДНК.

37. Белок состоит из 230 аминокислот. Установите число нуклеотидов участков молекул иРНК и ДНК, кодирующих данный белок, и число молекул tРНК, которые необходимы для переноса этих аминокислот к месту синтеза. Ответ поясните.

38. Информационная часть иРНК содержит 150 нуклеотидов. Определите число аминокислот, входящих в кодируемый ею белок, число молекул tРНК, участвующих в процессе биосинтеза этого белка, число триплетов в участке гена, кодирующих первичную структуру этого белка.

39. В трансляции участвовало 70 молекул tРНК. Определите, во сколько раз молекула белка легче участка молекулы иРНК, на которой он синтезируется. Средняя молекулярная масса аминокислоты 110, нуклеотида – 300. Ответ поясните.

40. Последовательность нуклеотидов фрагмента цепи ДНК: 3'-АТЦААТГЦАГГЦГЦАГ5'-. В результате мутации одновременно выпадают второй нуклеотид и третий триплет нуклеотидов. Запишите новую нуклеотидную последовательность фрагмента цепи ДНК. Определите по ней последовательность нуклеотидов в иРНК и последовательность аминокислот в полипептиде.

41. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: -АТААГГАТГЦЦТТТТ-. Определите последовательности нуклеотидов в иРНК и аминокислот в полипептидной цепи. Что произойдет в полипептиде, если в результате мутации во фрагменте гена выпадет второй триплет нуклеотидов?

42. Участок цепи ДНК, кодирующий первичную структуру полипептида, состоит из 15 нуклеотидов. определите число нуклеотидов на иРНК, кодирующих аминокислоты, число аминокислот в полипептиде и количество tРНК, необходимых для переноса этих аминокислот к месту синтеза. Ответ поясните.

43. Белок состоит из 120 аминокислот. Установите, во сколько раз молекулярная масса участка гена, кодирующего данный белок, превышает молекулярную массу белка, если средняя молекулярная масса аминокислоты – 110, а нуклеотида – 300. Ответ поясните.

44. В процессе трансляции участвовало 60 молекул тРНК. Определите число аминокислот, входящих в состав синтезируемого белка, а также число триплетов и нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок.
45. В биосинтезе полипептида участвовали тРНК с антикодонами УУА, ГГЦ, ЦГЦ, АУУ, ЦГУ. определите нуклеотидную последовательность участка каждой цепи молекулы ДНК, который несет информацию о синтезируемом полипептиде, и число нуклеотидов, содержащих аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т) и цитозин (Ц) в двухцепочечной молекуле ДНК. Ответ поясните.
46. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ГТГТАТГГААГТ. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны соответствующих тРНК и последовательность аминокислот в фрагменте молекулы белка, используя таблицу генетического кода.
47. Участок молекулы ДНК, кодирующий полипептид, имеет в норме следующий порядок расположения нуклеотидов: А-А-А-А-Ц-Ц-А-А-А-А-Т-А-Ц-Т-Т-А-Т-А-Ц-А-А. Во время редупликации третий слева аденин выпал из цепи. Определить структуру полипептидной цепи, кодируемой данным участком ДНК в норме и после выпадения аденина.
48. В указанном участке молекулы ДНК (в верхней цепи) появились измененные нуклеотиды. Найдите их и воспроизведите все этапы репарации:
 ДНК₁: А-Ц-Ц-У-А-Г-Т-У-Т
 ДНК₂: Т -Г-Г- Г-Т-Ц-А-Г-А
49. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: 3'АГТАЦДГАТАЦТЦГАТТТАЦГ5'. Какую последовательность нуклеотидов имеет вторая цепочка этой же молекулы?
50. Запишите последовательность нуклеотидов участков молекулы и-РНК, которая будет синтезирована в процессе транскрипции на участке ДНК со следующими последовательностями нуклеотидов:
 а) 3'ААТЦАЦГАТЦЦТТЦТАГГАГГ5';
 б) 5'АТЦАТТЦЦГГАТТЦГГЦЦААГЗ'.
51. С какой последовательности аминокислот начинается белок, если он закодирован такой последовательностью нуклеотидов: АЦГЦЦААТГГЦАГГТ? Каким станет начало цепочки аминокислот синтезируемого белка, если под влиянием облучения седьмой нуклеотид окажется выбитым из молекулы ДНК?
52. Участок молекулы и-РНК имеет последовательность УЦГАГЦУУАЦГУ. Запишите последовательность нуклеотидов молекулы ДНК, с которой была синтезирована данная и-РНК в процессе транскрипции.

53. Под воздействием азотистой кислоты цитозин превращается в гуанин. Как изменится структура белка вируса табачной мозаики, если РНК вируса УЦГГГУУЦААУУАЦУ, кодирующая его белок, подверглась действию азотистой кислоты?
54. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ЦЦТТТТЦГТЦАА. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны соответствующих тРНК и последовательность аминокислот в фрагменте молекулы белка.
55. В молекуле ДНК находится 1100 нуклеотидов с аденином, что составляет 10% от их общего числа. Определите, сколько нуклеотидов с тиминем (Т), гуанином (Г), цитозином (Ц) содержится в отдельности в молекуле ДНК.
56. Химическое исследование показало, что 30% общего числа нуклеотидов данной информационной РНК приходится на урацил, 26% - на цитозин и 24% - на аденин. Что можно сказать о нуклеотидном составе соответствующего участка двухцепочечной ДНК, на котором синтезировалась данная РНК?
57. Содержание нуклеотидов в цепи и-РНК следующее: аденилового - 35%, гуанилового - 30%, цитидилового - 15%, урацилового - 20%. Определите процентный состав нуклеотидов участка двуцепочечной молекулы ДНК, являющейся матрицей для этой РНК.
58. Сколько нуклеотидов содержит ген, кодирующий белок из 210 аминокислот?
59. Сколько аминокислот закодировано в участке молекулы ДНК, содержащей 1230 нуклеотидных остатков?
60. Белок состоит из 158 аминокислот. Какую длину имеет определяющий его ген, если расстояние между двумя соседними нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК (измеренное вдоль оси спирали) составляет 3,4 Å (1 Å = 10^{-10} м)?
61. Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 100 нуклеотидов с тиминем (Т), 150 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц). Какое число нуклеотидов с А, Т, Г и Ц содержится в двухцепочечной молекуле ДНК? Сколько аминокислот должен содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК?
62. Участок цепи ДНК, кодирующий первичную структуру полипептида, состоит из 15 нуклеотидов. Определите число нуклеотидов на иРНК, кодирующих аминокислоты, число аминокислот в полипептиде и количество тРНК, необходимых для переноса этих аминокислот к месту синтеза.
63. В процессе трансляции участвовало 50 молекул тРНК. Определите число аминокислот, входящих в состав синтезируемого белка, а также число триплетов и нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок.

64. Участок молекулы ДНК имеет следующий состав: ГАТТГААТАГТГЦТТЦ. Объясните, к каким последствиям приведет случайное выпадение седьмого нуклеотида?
65. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТТАЦАГТТГТАТ. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны соответствующих тРНК и последовательность аминокислот в фрагменте молекулы белка.
66. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТТТАГЦТГТЦГТААГ. В результате мутации в третьем триплете третий нуклеотид заменен на нуклеотид «А». Определите последовательность нуклеотидов на иРНК по исходному фрагменту цепи ДНК и измененному. Объясните, что произойдет с фрагментом молекулы белка и его свойствами после возникшей мутации ДНК. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.
67. Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на котором синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов АТАЦТТГААЦГТАЦТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК.
68. В биосинтезе белка участвовали молекулы т-РНК с антикодонами УГА, АУГ, АТУ, ГГЦ, ААУ. Определите нуклеотидную последовательность участка каждой цепи молекулы ДНК, который несет информацию о синтезируемом полипептиде, и число нуклеотидов, содержащих аденин, гуанин, тимин, цитозин в двухцепочечной молекуле ДНК.
69. Одна из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ЦАТГГЦТГТТЦЦГТЦ. Объясните, как изменится структура молекулы белка, если произойдет удвоение четвертого триплета нуклеотидов в цепи ДНК?
70. Дана цепь ДНК: ЦГААТГТААЦЦА. Определите: а) первичную структуру закодированного пептида; б) количество (в %) различных видов нуклеотидов в этом гене (в двух цепях); в) длину этого гена; г) длину кодируемого пептида. Известно, что длина одного нуклеотидного звена = 0,34 нм; а одного аминокислотного = 0,3 нм.
71. Ионизирующая радиация способна выбивать отдельные нуклеотиды из молекулы нуклеиновой кислоты, не нарушая ее целостности. Допустим, что из молекулы удален 1 нуклеотид. Как это отразится на белке, синтезируемом на основе такой поврежденной молекулы?
72. Молекулярная масса белка равна 30 000. Определите длину соответствующего гена, если известно, что масса одной аминокислоты в среднем 100, а расстояние между двумя соседними нуклеотидами в цепи ДНК 3,4 ангстрем.

73. Средняя молекулярная масса аминокислоты около 110, а нуклеотида - около 300. Определите, что тяжелее: белок или его ген? Во сколько раз?
74. Белок состоит из 211 аминокислот. Какую длину имеет определяющий его ген, если расстояние между двумя нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК (измерение вдоль оси спирали) составляет 3,4 ангстрем?
75. В состав молекулы ДНК входит 21% цитозинового нуклеотида. Каково процентное содержание всех остальных типов нуклеотидов в данной молекуле ДНК?
76. Нуклеиновая кислота фага (одноцепочечная молекула) имеет относительную молекулярную массу порядка 11 000 000. Сколько, примерно, белков закодировано в ней, если принять, что типичный белок состоит из 400 мономеров, а молекулярная масса нуклеотида - около 300?
77. Молекулярная масса белка равна 50 000. Определите длину соответствующего гена, если известно, что масса одной аминокислоты в среднем 100, а расстояние между двумя нуклеотидами в цепи ДНК 3,4 ангстрем.
78. Молекулярная масса белка равна 45 000. Определите вес соответствующего гена, если известно, что молекулярная масса одной аминокислоты составляет в среднем 100, а масса одного нуклеотида около 300.
79. Одна из цепей ДНК имеет молекулярную массу 34 155. Определите количество мономеров белка, запрограммированного в этой ДНК, если известно, что средняя молекулярная масса нуклеотида равна 345.
80. Ионизирующая радиация способна выбивать отдельные нуклеотиды из молекулы нуклеиновой кислоты, не нарушая ее целостности. Допустим, что из молекулы удалены 3 нуклеотида подряд, входящие в один триплет. Как это отразится на белке, синтезируемом на основе такой поврежденной молекулы?
81. Молекулярная масса белка равна 145 000. Определите длину соответствующего гена, если известно, что масса одной аминокислоты в среднем 100, а расстояние между двумя соседними нуклеотидами в цепи ДНК 3,4 ангстрем.
82. Молекулярная масса гена (обеих цепей ДНК) составляет 84 000 000. Определите массу белка, закодированного в данном гене, если известно, что масса одного нуклеотида – около 300, а масса одной аминокислоты – около 110.
83. Белок состоит из 320 аминокислот. Какую длину имеет определяющий его ген, если расстояние между двумя соседними нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК (измерение вдоль оси спирали) составляет 3,4 ангстрем?

84. Определите молекулярный вес гена (обеих цепей ДНК), кодирующего образование белка, состоящего из 400 аминокислот. Известно, что средний молекулярный вес нуклеотида - 300.
85. В состав молекулы ДНК входит 15% гуаниновых нуклеотидов. Каково процентное содержание всех остальных типов нуклеотидов в данной молекуле ДНК?
86. Белок состоит из 155 аминокислот. Какую длину имеет определяющий его ген, если расстояние между двумя соседними нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК (измерение вдоль оси спирали) составляет 3,4 ангстрем?
87. Химическое исследование показало, что молекула ДНК содержит 18% гуаниловых нуклеотидов. Определите процентное содержание всех остальных нуклеотидов в данной молекуле ДНК.
88. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующий порядок расположения нуклеотидов: 5'А-А-Т-Г-Г-Ц-А-Т-Г-ТЗ'. Какова последовательность расположения нуклеотидов в молекуле и-РНК, образовавшейся в результате транскрипции второй цепочки этой молекулы ДНК?
89. В состав молекулы ДНК входит 15% гуаниновых нуклеотидов. Каково процентное содержание всех остальных типов нуклеотидов в данной молекуле ДНК?
90. Укажите антикодоны т-РНК, соответствующие следующим кодомам (кодовым триплетам) и-РНК: УГГ; УЦГ; ЦАГ; ГАГ.
91. Известно, что 24% общего числа нуклеотидов молекулы ДНК приходится на адениновые нуклеотиды. Определите процентное содержание всех остальных нуклеотидов в данной молекуле.
92. Сколько нуклеотидных пар содержит ген, в котором запрограммирован белок инсулин, состоящий из 51 аминокислоты?
93. Все виды РНК синтезируются на ДНК. На фрагменте молекулы ДНК, имеющем следующую структуру: ТАТЦГАЦТТГЦЦТГА, синтезируется участок центральной петли т-РНК. Определите структуру участка т-РНК; аминокислоту, которую будет транспортировать эта т-РНК, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК. Ответ обоснуйте.
94. Две цепи ДНК удерживаются друг против друга водородными связями. Определите число двойных и тройных водородных связей в этой цепи ДНК, а также ее длину, если известно, что нуклеотидов с аденином (А) – 12, с гуанином (Г) – 20 в обеих цепях (расстояние между нуклеотидами в ДНК составляет 0,34 нм).
95. Участок молекулы ДНК имеет структуру: АЦЦАТАГЦАЦААГГАГГЦТТА. Определите структуру второй цепи ДНК, нуклеотидный состав и число тройных водородных связей в этом участке молекулы ДНК.

96. Участок молекулы ДНК (одна цепочка) содержит 150 нуклеотидов с аденином (А), 50 – с тиминном (Т), 300 – с цитозином (Ц) и 100 – с гуанином (Г). определите общее количество нуклеотидов с А, Т, Ц Г в двух цепях этого участка молекулы ДНК; количество аминокислот, которое должен содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК. Ответ обоснуйте.
97. В одной молекуле ДНК содержится 32 нуклеотида с тиминном (Т), что составляет 22% от общего числа нуклеотидов. Определите количество (абсолютное) нуклеотидов с аденином, гуанином и цитозином в этой молекуле ДНК.
98. Участок молекулы ДНК имеет следующее строение: ААТАЦАТТТАААГТЦ. Определите последовательность нуклеотидов соответствующего участка иРНК. Определите последовательность аминокислот в полипептиде, синтезируемом по иРНК. Как изменится последовательность аминокислот в полипептиде, если в результате мутации из кодирующего его участка ДНК выпадут 5, 13 и 15 нуклеотиды?
99. Участок цепи белка состоит из следующих аминокислот: про-цис-иле-глу-глин-асп-тре. В результате мутации в ДНК, кодирующем данный белок, все нуклеотиды с цитозином замещаются на гуаниловые. Определите структуру белка, которые будет кодироваться на мутировавшей ДНК. При решении задачи используйте таблицу генетического кода (если аминокислота кодируется несколькими триплетами, используйте первый из них).
100. В последовательности ДНК: ААГЦТАТТАТТАЦТА произошла мутация – замена 5 нуклеотида (Т) на гуаниловый (Г). Определите структуру кодируемого белка в норме и после мутации.
101. В одной исследовательской лаборатории изучен участок одной из цепочек молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Оказалось, что он состоит из 24 мономеров-нуклеотидов: ГТГ ТАА ЦГА ЦЦГ АТА ЦТГ ТАЦ АЦЦ. Каково строение соответствующего участка второй цепочки той же молекулы ДНК?
102. Молекула ДНК распалась на две цепочки. Одна из них имеет строение: ТАГ АЦТ ГГТ АЦА ЦГТ ГГТ ГАТ ТЦА. Какое строение будет иметь вторая молекула ДНК, когда указанная цепочка достроится до полной двухцепочечной молекулы?
103. Полипептидная цепь одного белка животных имеет следующее начало: лизин - глутамин - треонин - аланин - аланин – аланин - лизин. С какой последовательности нуклеотидов начинается ген, соответствующий этому белку?
104. Одна из цепей рибонуклеазы (фермента поджелудочной железы) состоит из 16 аминокислот: Глу - Гли - Асп - Про - Тир - Вал - Про - Вал -Про - Вал - Гис - Фен - Асн - Ала - Сер - Вал. Определите структуру участка ДНК, кодирующего эту часть рибонуклеазы.
105. Какой последовательностью нуклеотидов ДНК кодируется участок белка, если он имеет следующее строение: пролин - валин - аргинин - пролин - лейцин - валин - аргинин?

106. Меньшая цепь мономеров в молекуле инсулина (так называемая цепь А) заканчивается такими аминокислотами: лейцин - тирозин - аспарагин - тирозин - цистеин - аспарагин. Какой последовательностью нуклеотидов ДНК кодируется данная цепь молекулы?
107. Какая последовательность аминокислот кодируется такой последовательностью нуклеотидов ДНК: ЦЦТ АГТ ГТГ ААЦ ЦАГ ТЦА?
108. С какой последовательности аминокислот начинается белок, если он закодирован такой последовательностью нуклеотидов: АЦГ ЦЦЦ АТГ ГЦЦ ГГТ АЦЦ?
109. Каким станет начало полипептидной цепи синтезируемого белка, если под влиянием рентгеновских лучей пятый нуклеотид окажется выбитым из молекулы ДНК?
110. Определите порядок следования аминокислот в участке молекулы белка, если известно, что он кодируется такой последовательностью нуклеотидов ДНК: ТГА ТГЦ ГТТ ТАТ ГЦГ ЦЦЦ. Как изменится белок, если химическим путем будут удалены девятый и тринадцатый нуклеотиды?
111. Назовите последовательные мономеры участка молекулы белка, который синтезируется на основе информации, «записанной» в молекуле ДНК таким порядком нуклеотидов: ТЦТ ЦЦЦ ААА ААГ АТА ГГГ ЦАТ. Как отразится на строении белка выпадение из молекулы ДНК первого нуклеотида?
112. У человека больного цистинурией с мочой выделяются аминокислоты, которым соответствуют кодоны и-РНК: ЦУУ, ГУУ, ЦУГ, ГУГ, УЦГ, ГУЦ, АУА. У здорового человека в моче обнаруживаются аланин, серин, глутаминовая кислота, глицин. Выделение каких аминокислот характерно для больных цистинурией?
113. Известно, что четвертый пептид гемоглобина А содержит 8 аминокислот в следующей последовательности: Вал - Гис - Лей - Тре - Про - Глу - Глу - Лиз. В гемоглобине S шестая аминокислота (глутаминовая) замещена валином, в гемоглобине С - лизином, а в гемоглобине G седьмая аминокислота (глутаминовая) замещена глицином. Как отразилась мутация в участке ДНК, контролирующем последовательность аминокислот в четвертом пептиде гемоглобинов, на процентный состав азотистых оснований?
114. Молекула гемоглобина А состоит из двух α - и двух β -цепей полипептидов, соединенных с группой гема (железосодержащая часть гемоглобина). Каждая из цепей содержит около 140 аминокислот. Сколько примерно пар нуклеотидов содержит каждый из участков молекулы ДНК, контролирующей синтез этих цепей полипептидов
115. Какую длину имеет участок ДНК, кодирующий синтез инсулина, который содержит 51 аминокислоту в двух цепях, если один нуклеотид занимает $3,4 \text{ \AA}$ (ангстрема) цепи ДНК? $1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ нм}$ (нанометра).

116. Начальный участок цепи В белка инсулина представлен следующими аминокислотами: Фен - Вал - Асп - Глн - Гис - Лей - Цис - Лей - Цис - Гли - Сер - Лиз. Определите количественные соотношения нуклеотидов в цепи ДНК, кодирующей этот участок ДНК

117. Содержание нуклеотидов в цепи и-РНК следующее: аденилового - 27%, гуанилового - 35%, цитидилового - 18%, урацилового - 20%. Определите процентный состав нуклеотидов участка молекулы ДНК (гена), являющегося матрицей для этой и-РНК.

118. Какую длину имеет участок молекулы ДНК, кодирующий миоглобин современных животных, если миоглобин (белок мышц) содержит одну цепь со 155 аминокислотами? Расстояние между двумя соседними нуклеотидами равно 3,4 А.

119. Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: ГЦЦТААТТАЦГГГЦА. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Хромосомный уровень организации наследственного материала

Химическая организация хромосом

Размеры молекул ДНК обычно выражаются числом образующих их нуклеотидов. Эти размеры варьируют от нескольких тысяч пар нуклеотидов у бактериальных плазмид и некоторых вирусов до многих сотен тысяч пар нуклеотидов у высших организмов. Такие гигантские молекулы должны быть чрезвычайно компактно упакованы. Например, длина ДНК нуклеоида кишечной палочки, состоящей примерно из четырех миллионов пар нуклеотидов, равна 1,4 мм, что в 700 раз превышает размеры самой бактериальной клетки. Общая длина всей ДНК в одной единственной клетке человека составляет примерно 2 м. Если же учесть, что организм взрослого человека состоит примерно из 10^{13} клеток, то общая длина всей ДНК человека должна составлять около 2×10^{13} м, или 2×10^{10} км (для сравнения: окружность земного шара — 4×10^4 км, а расстояние от Земли до Солнца — $1,44 \times 10^8$ км).

Каким же образом происходит упаковка гигантских молекул ДНК в малом объеме клетки или вируса?

Двойная спираль ДНК не является абсолютно жесткой, что делает возможным образование перегибов, петель, сверхспиральных структур и т. д. В нуклеоиде бактерий такая укладка поддерживается небольшим количеством специальных белков и, возможно, рибонуклеиновыми

кислотами. В эукариотических клетках с помощью универсального набора основных белков и некоторых негистоновых белков ДНК превращается в очень компактное образование — **хроматин** или ядерное вещество, характерное для периода интерфазы. В период митоза они приобретают вид интенсивно окрашенных телец (максимально спирализованных и укороченных) - **хромосом**. Например, длина ДНК самой большой хромосомы человека равна 8 см, а в составе хромосомы благодаря упаковке она не превышает 8 нм (Рис-26)

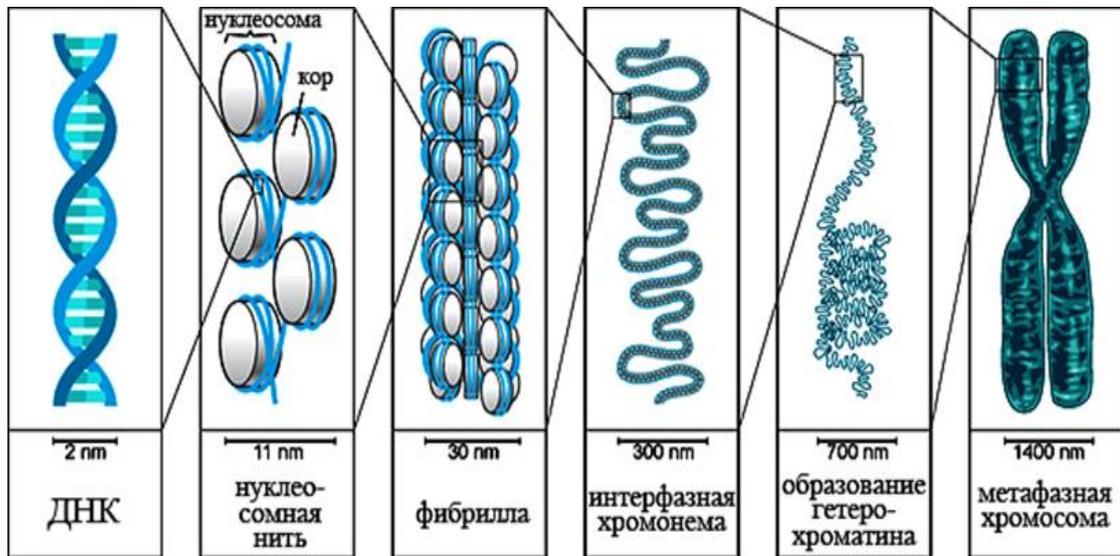
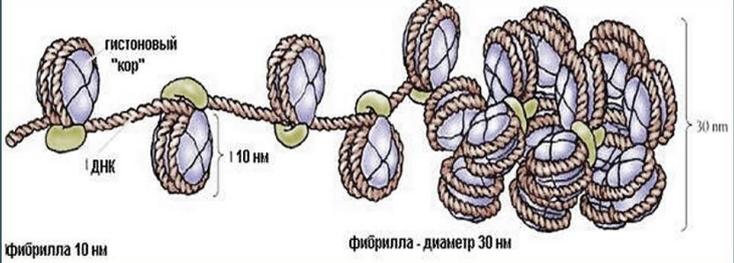
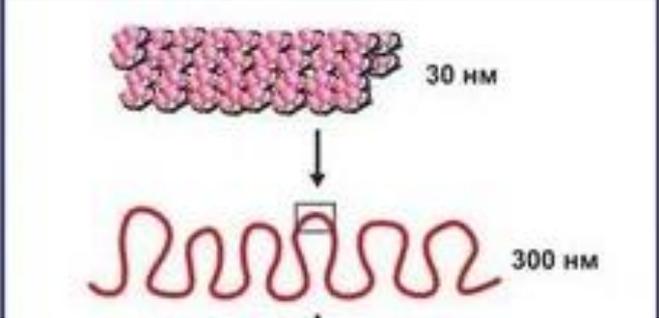


Рис-26

<p>Первый уровень спирализации - нуклеосомная нить - обеспечивается гистоновыми белками. Они образуют белковые тела - коры, состоящие из 8 молекул. На эти коры накручивается молекула ДНК. Свободные от контакта с белковыми телами участки ДНК называют линкерными. Отрезок молекулы ДНК вместе с белковым кором называют нуклеосомой. Нуклеосомная нить напоминает цепочку бус</p>	<p>The diagram shows a DNA double helix (ДНК) wrapped around a histone core. The core consists of eight histone molecules: two H2A and two H2B molecules. The DNA segments between nucleosomes are labeled "Линкерная ДНК". A dimension of ~10nm is indicated for the width of the nucleosome. Below the diagram, it is noted: "Нуклеосомный комплекс (8 гистонов + 146 пар нуклеотидов ДНК)".</p> <p>Рис-27</p>
--	---

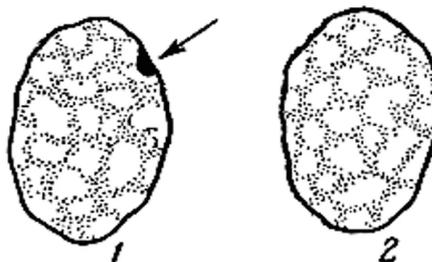
<p>Дальнейшая компактизация хроматина обеспечивается гистоном H1, который, соединяясь с линкерной ДНК и двумя соседними белковыми корами, сближает их друг с другом. В результате образуется более компактная структура, называемая хроматиновой фибриллой.</p>	 <p>Рис-28</p>
<p>Следующий уровень структурной организации хроматина обусловлен укладкой хроматиновой фибриллы в петли. В их образовании принимают участие негистоновые белки. В результате такой упаковки образуется интерфазная хромонема.</p>	 <p>Рис-29</p>

Не смотря на то что во время интерфазы для наследственного состояния характерно деспирализованное состояние в виде хроматина, степень спирализации самого хроматина варьирует. Выделяют **эухроматин** и **гетерохроматин**.

Эухроматин это участки менее упакованные, слабо окрашиваемые, не видимые в световой микроскоп, и самое главное активно транскрибируемые..

Гетерохроматин это наиболее упакованные, хорошо прокрашиваемые и генетически не активные (не транскрибируемые) участки это более упакованные участки бывает **факультативный и структурный**,

Факультативный гетерохроматин образуется при спирализации одной из гомологичных хромосом. Так например одна из х-хромосом, образует половой хроматин или тельце Барра.



Структурный гетерохроматин- спирализованное состояние на протяжении всего митотического цикла, такие участки располагаются вблизи центромер, а также на свободных концах(теломерах).

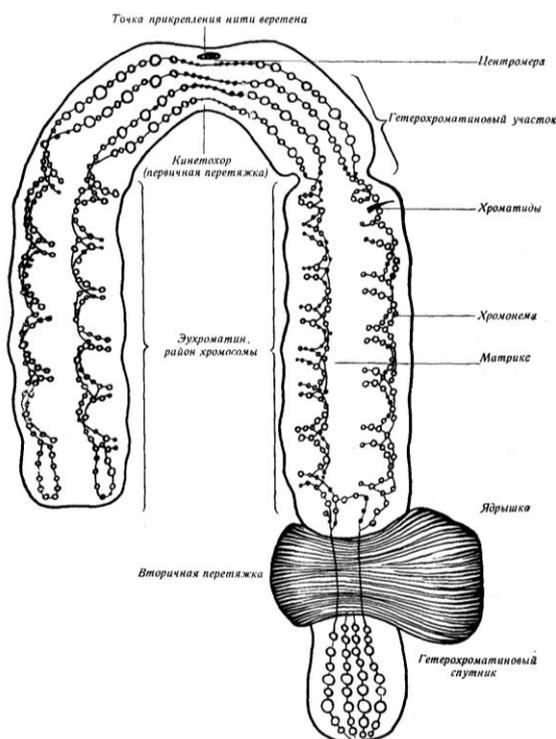
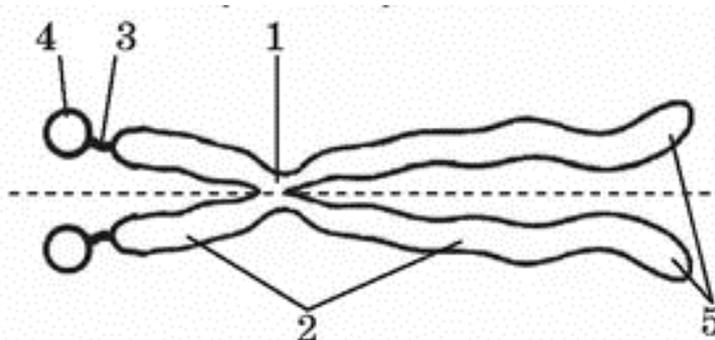


Рис-30.

В каждой хромосоме свой порядок расположения эухроматиновых и гетерохроматиновых участков, которые при окрашивании дают уникальный, присущий только этой хромосоме рисунок. Именно на этом основан цитогенетический метод.

В первой половине митоза каждая хромосома состоит из двух *хроматид*, соединенных между собой в области первичной перетяжки - *центромеры*. Центромера делит хромосому на два *плеча*. (рис-31).



1 — центромера (первичная перетяжка); 2 — плечи;
3 — вторичная перетяжка; 4 — спутник; 5 — хроматиды

Рис-31

В зависимости от положения центromеры и длины плеч различают несколько форм хромосом: I - **метацентрические** (равноплечие), II, III - **субметацентрические** (умеренно неравноплечие) и IV - **ацентрические** (с центromерой, расположенной практически на конце хромосомы). Некоторые хромосомы имеют *вторичную перетяжку* (III). Участок, отделяемый вторичной перетяжкой, называется *спутник*. (рис 32)

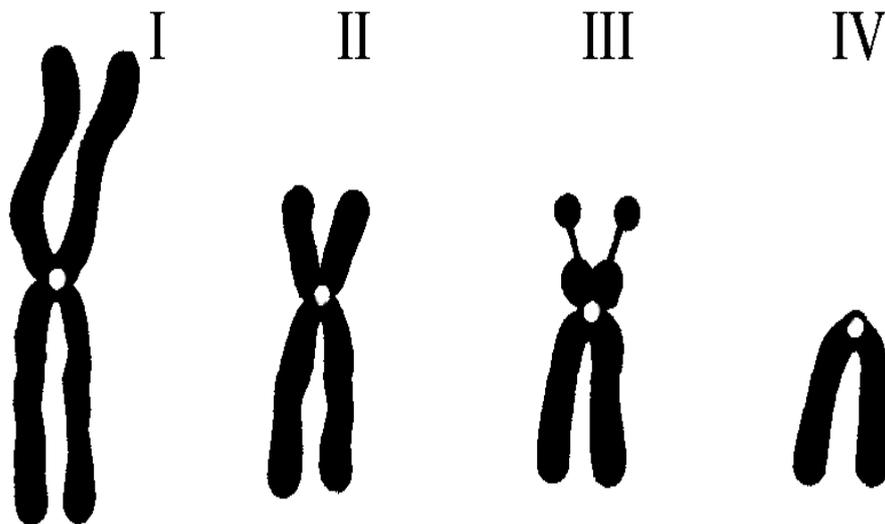


Рис-32

Несмотря на эволюционно отработанный механизм, позволяющий сохранять постоянство физико-химической организации хромосом в ряду клеточных поколений, эта организация может изменяться под влиянием различных факторов.

Основным механизмом изменения структуры хромосом, как правило, лежит разрыв хромосомы. Изменения структуры хромосом называют **хромосомными aberrациями или мутациями**.

Разрывы хромосом могут происходить в ходе кроссинговера, а также под влиянием различных мутагенных факторов (ионизирующего излучения, некоторых химических соединений, вирусов).

Различают следующие виды хромосомных мутаций:

- **Делеция и дефишенси** – отрыв и потеря участка хромосом.
- **Дупликация** - удвоение участка хромосомы.
- К нарушению целостности хромосомы может привести **инверсия** - поворот участка хромосомы на 180°.
- **Транслокация** - отрыв участка хромосомы и присоединение его к другой, негомологичной хромосоме.
- **Транспозиция** - присоединение оторвавшегося участка к своей же хромосоме, но в новом месте. (рис 33)

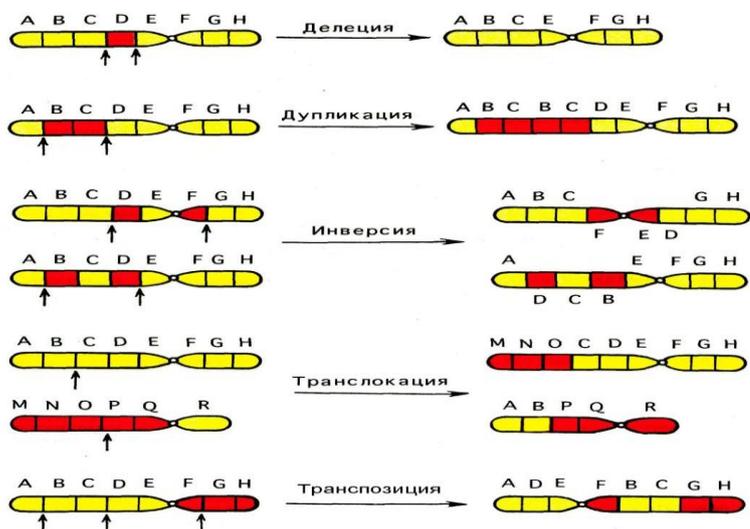


Рис-33

Структурные изменения хромосом сопровождаются изменением генетической программы, получаемой клетками нового поколения после деления материнской клетки, так как меняется количественное соотношение генов и их взаимное расположение в хромосоме. Такие изменения отрицательно сказываются на жизнеспособности клеток и организма. Иногда они оказываются совместимыми с жизнью, например, небольшие по размеру делеции могут сохраняться в

гетерозиготном состоянии в ряду поколений. Менее вредными, чем делеции, являются дупликации, хотя большой объем материала в увеличенной дозе (10% генома) приводит к гибели организма.

Из синдромов, связанных со структурными аномалиями хромосом, описан *транслокационный синдром Дауна*, при котором дополнительная 21-ая хромосома транслоцирована на 13-ю, 15-ю или 22-ю хромосомы.

При *транслокации* длинного плеча 22-ой хромосомы на 9-ую развивается *хронический миелолейкоз*.

При *делеции* короткого плеча 5-ой хромосомы развивается *синдром кошачьего крика*, при котором наблюдается общее отставание в развитии, низкая масса при рождении, лунообразное лицо с широко расставленными глазами и характерный плач ребенка, причиной которого является недоразвитие гортани.

Геномный уровень организации наследственного материала

Геномом называют всю совокупность наследственного материала, заключенного в гаплоидном наборе (n) хромосом клеток данного вида организмов. Геном обеспечивает формирование видовых характеристик организмов в ходе нормального онтогенеза. При половом размножении в процессе оплодотворения объединяются геномы двух родительских половых клеток, образуя генотип нового организма.

Генотип - это совокупность всех генов, заключенных диплоидном наборе хромосом соматических клеток.

Кариотип - диплоидный (2n) набор хромосом соматической клетки, характеризующийся определенным числом и строением хромосом.(рис-34)



Рис-34

Являясь видовой характеристикой организмов, кариотип может отличаться у отдельных особей некоторыми частными особенностями. Например, представители разного пола, имея в основном одинаковые хромосомы (*аутосомы*), отличаются по одной паре хромосом (*гетерохромосомы, половые хромосомы*).

Хромосомы представлены в кариотипе двумя гомологами (*гомологичные хромосомы* - имеющие сходное строение и размеры), образующими пару и унаследованными от родителей в составе половых клеток (по одной хромосоме, от матери и от отца.)

Как на генном и хромосомном уровнях, так и на геномном, наследственный материал способен изменяться, то есть мутировать. Механизмы геномных мутаций связаны с нарушением расхождения хромосом при делении клетки, в результате которого дочерние клетки получают неравное количество хромосом. Существует 3 вида геномных мутаций:

1. Анеуплоидия-число хромосом в отдельных парах может уменьшиться или увеличиться, что приведет к нарушению кариотипа ($2n+1$; $2n-1$).

2. Полиплоидия- при не расхождении всех гомологичных хромосом, в случае повреждения веретена деления, образуются гаметы с увеличенной пloidностью, например, диплоидные, что приведет к увеличению в кариотипе зиготы числа наборов хромосом ($3n$, $4n$, $5n$).

3. Гаплоидия.

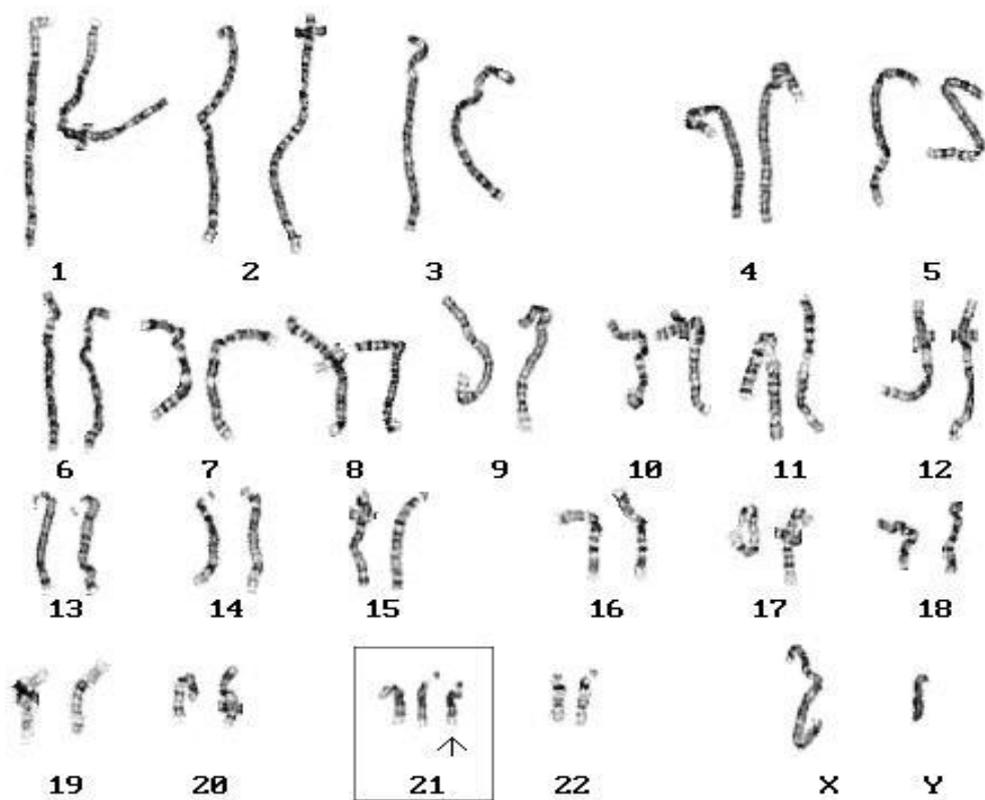
Полиплоидия часто встречается в природе у растений. У животных полиплоидия отмечена в основном среди гермафродитов, например, у земляных червей, некоторых членистоногих. У человека триплоидия приводит к прерыванию беременности на ранних стадиях, однако описано несколько случаев живорождения триплоидов.

Анеуплоидии по разным хромосомам встречаются как в материалах абортусов, так и у рожденных детей. Некоторые анеуплоидии несовместимы с жизнью, например с 1 по 12 пару. Так, трисомия по 16-й хромосоме встречается только в материале абортусов.

Наиболее часто встречающимся совместимыми с жизнью заболеваниями человека, обусловленными геномными мутациями, являются:

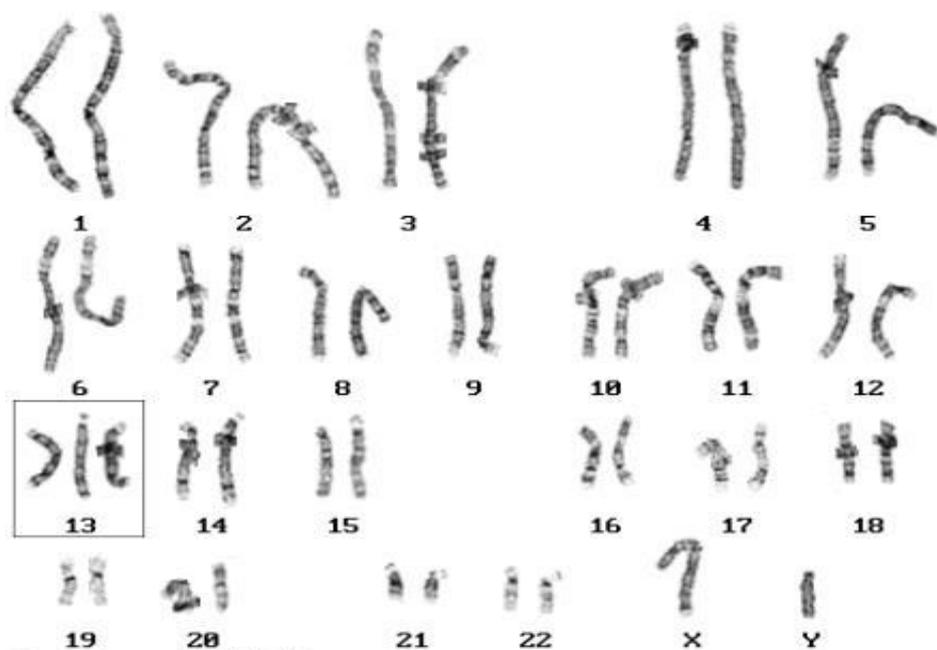
Анеуплоидии по аутосомам:

- **Синдром Дауна** - трисомия по 21 хромосоме (1-2 на 1000) - умственная отсталость, нарушение дерматоглифики ладоней, монголоидизм, продолжительность жизни в среднем 16 лет.(рис 35)



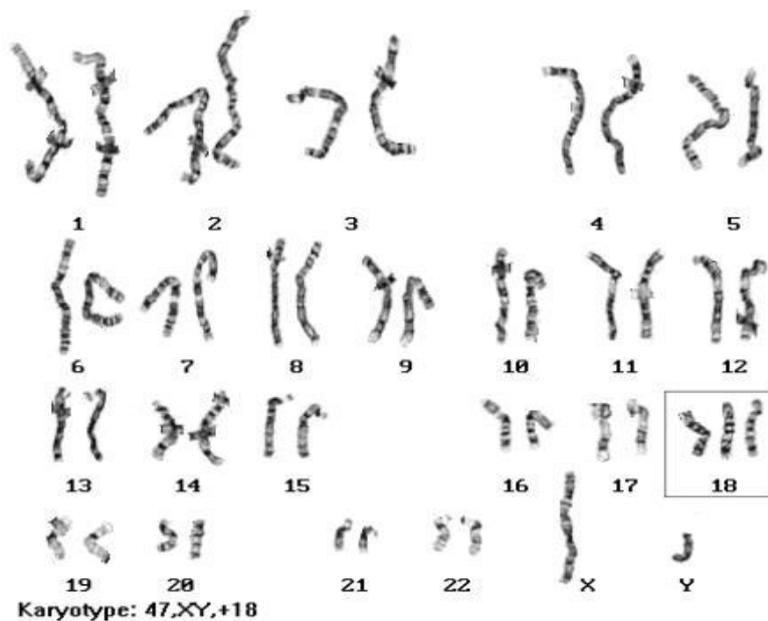
Karyotype: 47,XY,+21

- **Синдром Патау** - трисомия на 13 хромосоме - (1 на 5000) - расщепление губы и неба, нарушения зрения и деятельности нервной и сердечнососудистой систем, редко доживают до 5 лет.(рис 36)



Karyotype: 47,XY,+13

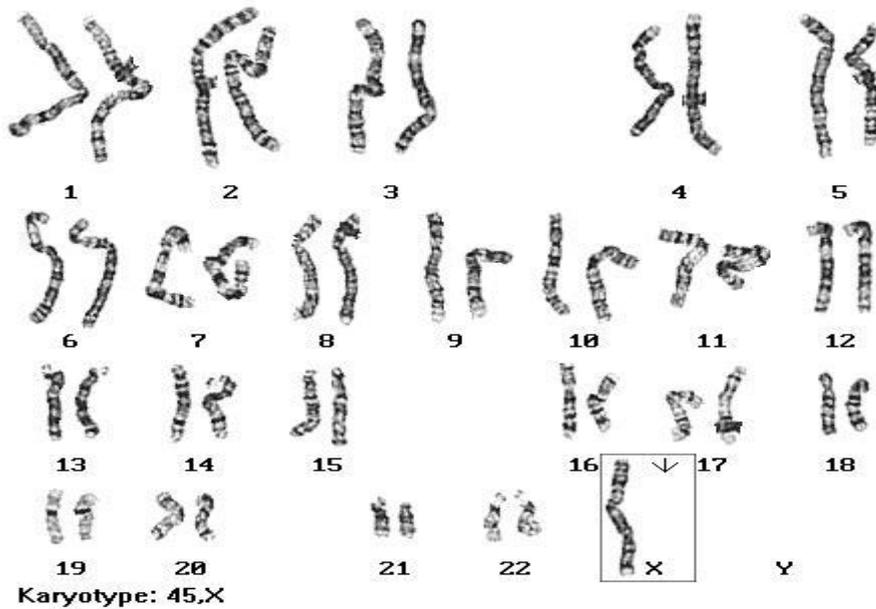
- **Синдром Эдвардса** -трисомия по 18 хромосоме - (1 на 10 000) - нарушения развития затрагивают практически все системы, средняя продолжительность жизни 6 мес.(рис-37)



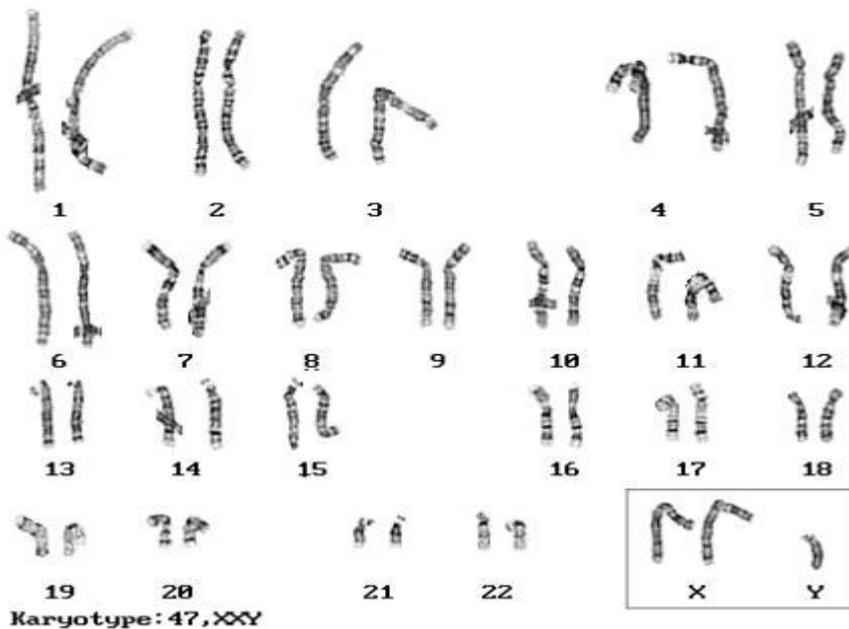
Анеуплоидии по половым хромосомам:

Встречаются часто, дефекты умственного развития у больных выражены не столь отчетливо, у многих оно в пределах нормы, а иногда даже выше среднего. Вместе с тем наблюдаются нарушения развития половых органов и гормонозависимого роста тела.

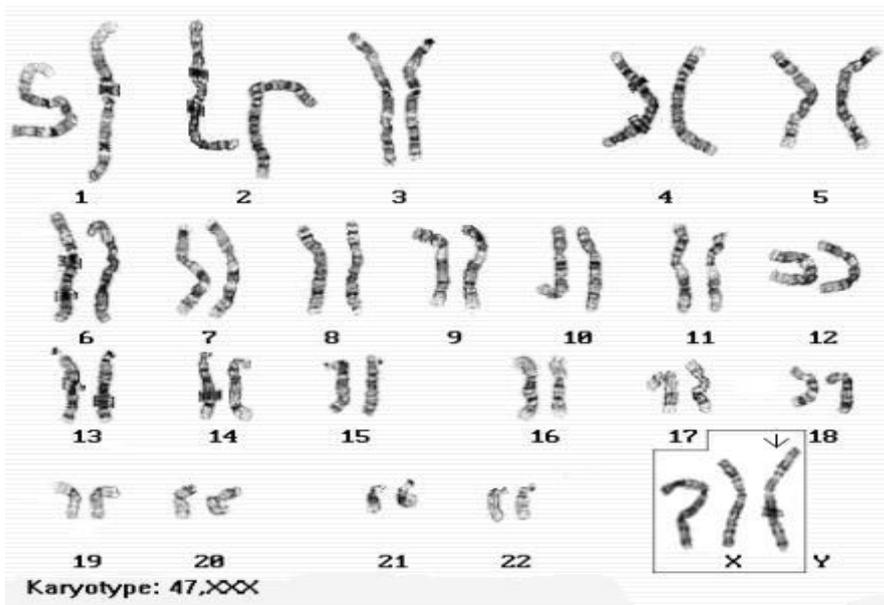
- **Синдром Шерешевского-Тернера** (моносомия X) - 1 на 5000. Фенотипически женщины, стерильные, с почти атрофированными яичниками и слабо развитыми вторичными половыми признаками, низкого роста, с деформированной грудной клеткой, крыловидной кожной складкой на шее, обычно умственно неполноценные.(рис-38)



- **Синдром Клайнфельтера** (XXY, XXYY, XYY и т.д.) - 1 на 500 новорожденных мальчиков - стерильные мужчины с некоторой склонностью к женоподобию, недоразвитием мужских половых органов, слабо развитым волосяным покровом на теле и увеличенными молочными железами, умственно отсталые или имеющие интеллект в пределах нормы. XYY - 1 на 100 - нормальные мужчины, несколько выше среднего роста.(рис-39)



- **Синдром трисомии X** (XXX) - 1 на 700 новорожденных девочек - пониженная плодовитость и умственная отсталость.(рис-40)



Способы деления эукариотических клеток.

Структурно-функциональные изменения клетки во времени составляют ее **жизненный цикл клетки (ЖЦ)** – период от момента образования клетки до ее деления или смерти. ЖЦ может включать в себя помимо митотического цикла периоды покоя, дифференцировки и выполнения клеткой специальных функций.

Митотический цикл (МЦ)– это совокупность процессов, происходящих в клетке от одного деления до другого. Он включает в себя интерфазу и митоз. Изменения наследственного материала, происходящие во время митотического цикла, обеспечивают равноценное распределение наследственной информации между дочерними клетками и преемственность в ряду клеточных поколений. (Рис -41)

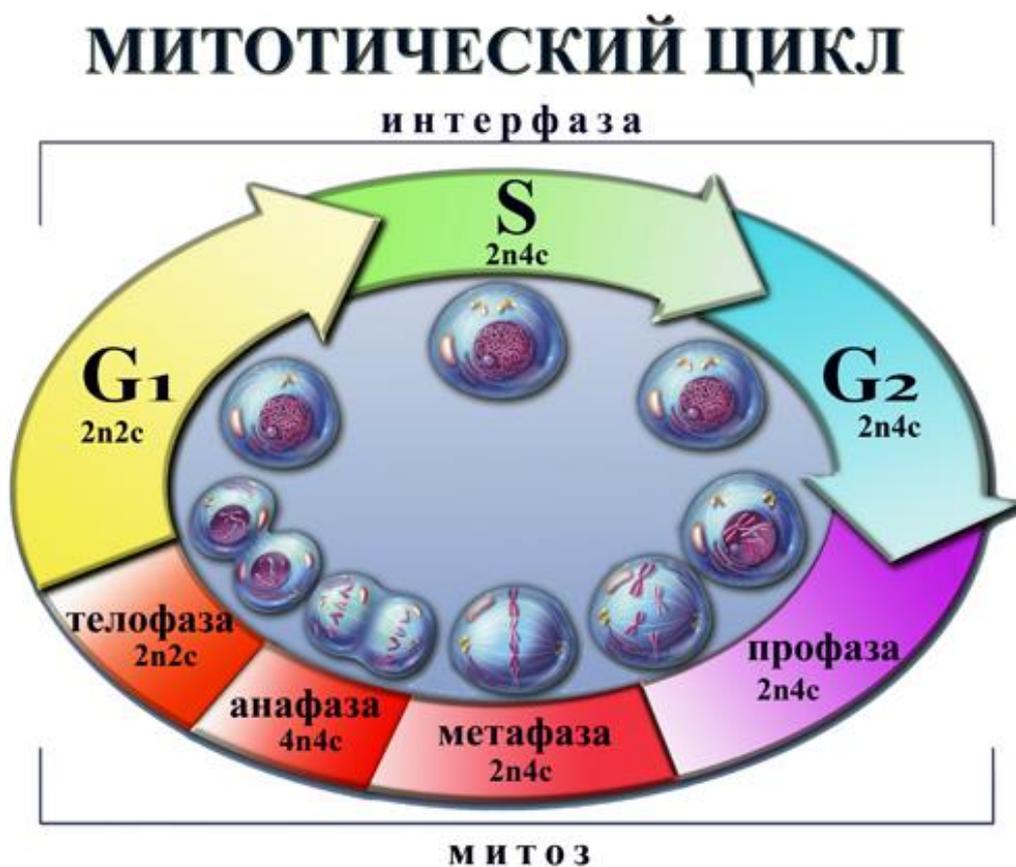


Рис-41

Интерфаза – период относительного покоя, подготовки к следующему делению.

Состоит из 3 периодов:

G₁ – постмитотический, или пресинтетический период. Восстанавливаются черты организации клетки, завершается формирование ядрышка, восполняется объем цитоплазмы. Основные процессы: транскрипция, синтез белков, липидов, углеводов. Набор генетического материала 2n2c

S период – синтетический. Удваивается количество наследственного материала, продолжается биосинтез белков. $2n4c$.

G₂ - постсинтетический, или предмитотический. Характеризуется интенсивным синтезом РНК и белков, синтезируется и накапливается энергия в виде АТФ, завершается удвоение массы цитоплазмы. $2n4c$.

Митоз

Митоз - это не прямое деление клетки, при котором происходит равномерное распределение наследственного материала между дочерними клетками. В митозе обычно выделяют 4 фазы(рис-42)

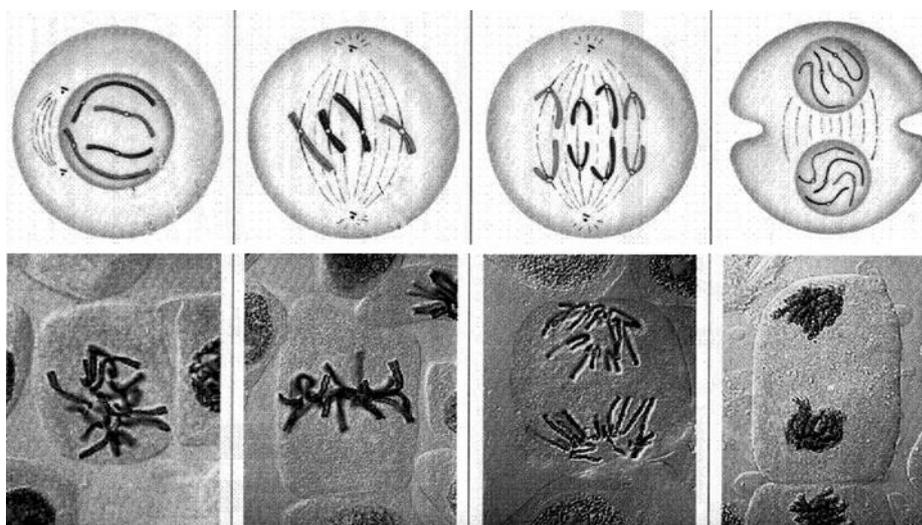


Рис-42

Профаза – хромосомы спирализуются и приобретают вид нитей, ядрышко разрушается. Распадается ядерная оболочка, центриоли клеточного центра расходятся к полюсам, и между ними образуется веретено деления. Набор генетического материала $2n4c$.

Метафаза – заканчивается образование веретена деления. Хромосомы максимально спирализованы, располагаются в экваториальной плоскости. Нити веретена деления связываются с центромерами хромосом. Каждая хромосома продольно расщепляется на 2 хроматиды, соединенные в области центромеры. $2n4c$.

Анафаза – связь между хроматидами нарушается, и они в качестве самостоятельных хромосом перемещаются к полюсам клетки. По завершении движения на полюсах собираются 2 равноценных полных набора хромосом. $4n4c$.

Телофаза – это две последовательные стадии. В первой происходит образование обособленного ядра, формирование ядрышка, во второй происходит цитокинез, по завершении которого образуется 2 дочерние клетки. $2n2c$.

Биологическое значение митоза

1. Митоз лежит в основе роста и развития эукариотических организмов.
2. Митоз лежит в основе бесполого размножения всех эукариотических организмов.
3. Благодаря митозу поддерживается постоянство числа хромосом в ряду клеточных поколений

Патологии митоза.

В процессе онтогенеза во многих тканях наблюдается неполноценное митотическое деление, приводящее к образованию двуядерных клеток и полиплоидии.

Возможными путями возникновения полиплоидных клеток являются:

- ✓ синхронный митоз двуядерной клетки с образованием единого веретена деления;
- ✓ нерасхождение хроматид вследствие неполноценности веретена деления;
- ✓ закрытый митоз с сохранением ядерной оболочки (эндомитоз);
- ✓ повторная редупликация ДНК или хромосом, приводящая к увеличению их числа в хромосомах (эндоредупликация или политения) при отсутствии деления ядра и цитоплазмы.

Нарушение нормального хода митоза и неправильное распределение хромосом между дочерними клетками приводит к возникновению клеток с несбалансированным набором хромосом, т.е. к хромосомным или геномным мутациям.

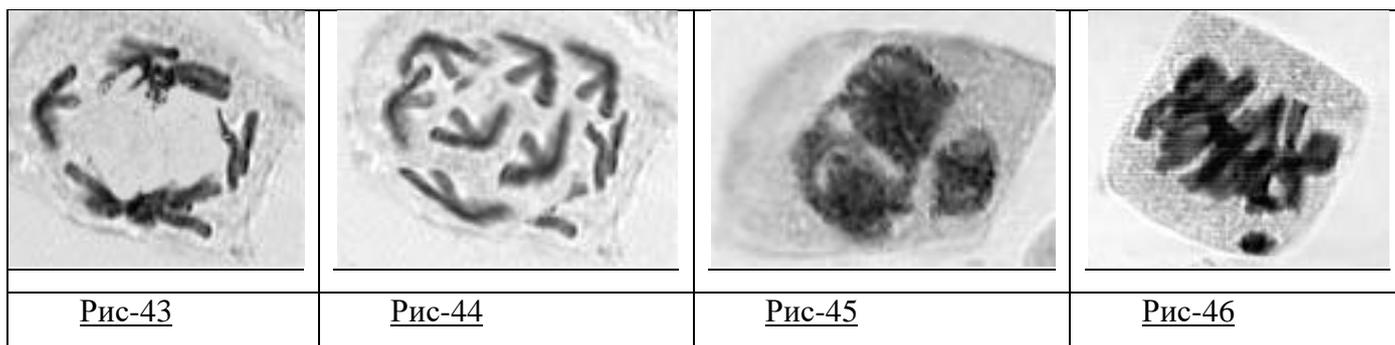
Патологические процессы встречаются при канцерогенезе, лучевой болезни, вирусной инфекции, при действии некоторых митотических ядов и других факторов.

Патологический митоз в соматических клетках может привести к клеточному мозаицизму, а в генеративных клетках (в период размножения) - к образованию гамет с нарушенным хромосомным набором.

Существует несколько форм патологических митозов:

- многополюсный митоз характеризуется расхождением хромосом в анафазе не в двух, а в трех и более направлениях (рис-43).
- неравномерный митоз характеризуется неодинаковыми размерами двух хромосомных групп, разошедшихся к полюсам клетки.
- при рассеивании хромосом не формируется типичная метафазная пластинка, а хромосомы равномерно распределены по цитоплазме (рис-44).
- полая метафаза отличается расположением хромосом по периферии клетки, в то время как центр ее остается пустым (рис-45).

- К-митоз, или колхициновый митоз, характеризуется не расхождением хромосом, их задержкой в метафазе и гиперспирализацией (рис-46).



Формы патологии митозов связаны:

- с повреждением хромосом, например, гиперспирализация хромосом при действии на клетки колхицина; фрагментация хромосом при некоторых вирусных инфекциях; хромосомные и хроматидные мосты при лучевых поражениях; набухание и слипание хромосом в опухолевых клетках при канцерогенезе и под действием митотических ядов.
- с повреждением митотического аппарата, например, при разрушении микротрубочек веретена деления, приводящем к задержке митоза в метафазе, рассеиванию хромосом в метафазе при действии холода и статокинетических ядов (колхицин, винбластин, метанол и т.д.).
- с появлением гигантских ядер или многоядерных клеток вследствие нарушения цитотомии в клетках опухолевых тканей.

Все типы патологических митозов могут встречаться и в нормальных тканях, однако частота их здесь невелика. В опухолевых клетках, а также в тканях после воздействия мутагенов, количество патологических митозов значительно больше.

Все типы патологических митозов приводят к образованию клеток с аномальным кариотипом.

Мейоз.

Мейоз (от греч. meiosis — уменьшение) или редукционное деление клетки — деление ядра эукариотической клетки с уменьшением числа хромосом в два раза. Происходит в два этапа (редукционный и эквационный этапы мейоза). Мейоз не следует смешивать с гаметогенезом — образованием специализированных половых клеток, или гамет.

Клетка, вступающая в мейоз, имеет диплоидный набор генетической информации и удвоенное количество ДНК ($2n4c$).

Мейоз 1 -редукционное или уменьшающее деление

Профаза первого деления мейоза (профаза I)(рис-48) – наиболее продолжительная фаза, которая может занимать до 90 % всего времени мейоза. На протяжении профазы I количество генетической информации не меняется - $2n4c$.



Кроссинговер - обмен частями между гомологичными хромосомами (отцовскими и материнскими) происходит в профазе I мейоза.

Рис-48

Лептотена – начинается спирализация хромосом. Они становятся видны в микроскоп как длинные тонкие нити.

Зиготена – характеризуется началом конъюгации (сближения) гомологичных хромосом и образования бивалентов.

Пахитена – на фоне продолжающейся спирализации хромосом и их укорочения между гомологичными хромосомами осуществляется кроссинговер.

Диплотена – гомологичные хромосомы отдаляются друг от друга в области центромер, но остаются связанными в области прошедшего кроссинговера – хиазмы.

Диакинез – завершающая стадия, в которой гомологичные хромосомы удерживаются вместе лишь в области хиазм.

!!! Особенностью мейоза в овогенезе является наличие специальной стадии – **диктиотены (разновидность диплотены)**, достигаемой у человека еще в эмбриогенезе. Хромосомы, приняв особую морфологическую форму, прекращают какие-либо изменения на многие годы, и по достижению женщиной репродуктивного возраста один овоцит ежемесячно возобновляет мейоз.

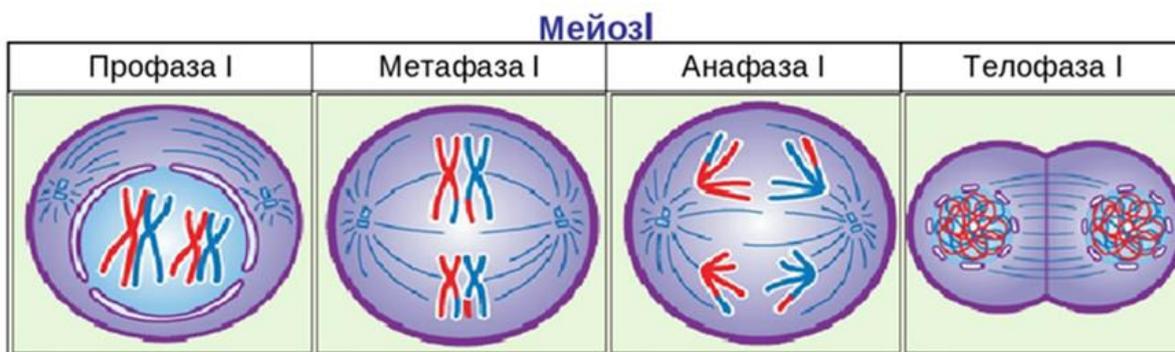


Рис-49

Метафаза I – биваленты располагаются по экватору клетки. $2n4c$.

Анафаза I – расхождение к полюсам хромосом, состоящих из двух хроматид (всего в клетке - $2n4c$, на полюсах в конце анафазы I – $n2c$).

Телофаза I – цитокинез. В каждой клетке $n2c$.

Интерфаза между двумя делениями мейоза короткая, удвоения ДНК не происходит, поэтому клетки, вступающие в профазу II, имеют набор генетической информации $n2c$.

Мейоз II -эквацонное или уравнительное деление(рис-50)

Профаза II – Центриоли расходятся к разным полюсам, образуется веретено деления. $n2c$.

Метафаза II – завершается формирование веретена деления, хромосомы располагаются по экватору. $n2c$.

Анафаза II – расхождение хроматид к полюсам. Всего в клетке - $2n2c$, на полюсах – по nc .

Телофаза II – цитокинез. В каждой клетке – nc .

Вероятность того, что все материнские или отцовские хромосомы отойдут к одному полюсу, равна: $(1/2)^{n-1}$, где n – число хромосом в гаплоидном наборе.

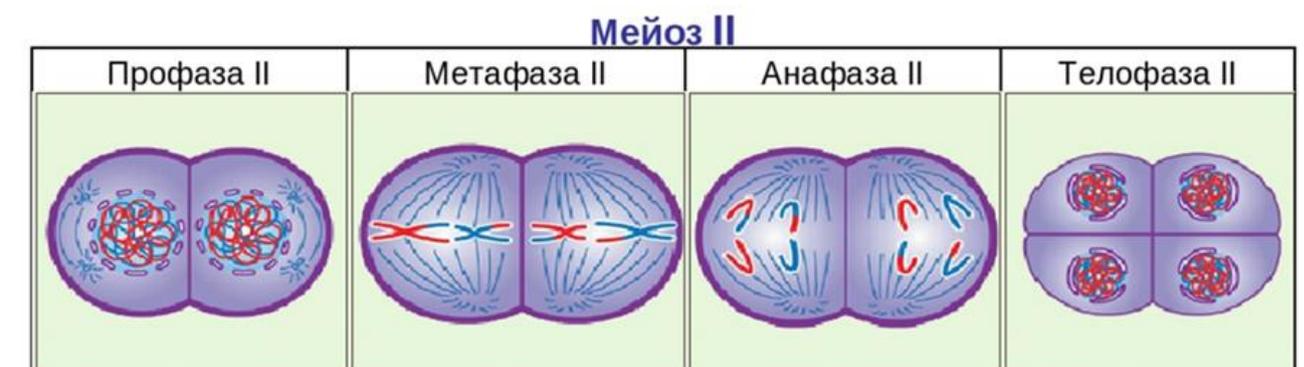


Рис-50

Биологическое значение мейоза:

1) При мейозе образуются клетки с гаплоидным набором хромосом, что важно для поддержания постоянства кариотипа в ряду поколений организмов, размножающихся половым путем.

2) Мейоз служит основой комбинативной изменчивости. Он обеспечивает генетическое разнообразие гамет за счет кроссинговера (в профазе I) и независимого расхождения гомологичных хромосом (в анафазе I).

Сравнительная характеристика митоза и мейоза

		митоз	Мейоз 1	Мейоз 2
интерфаза	G1-	2n2c рост клетки, восполнение цитоплазмы.	Перед делением происходит редупликация ДНК следовательно количество ДНК удвоилось. 2n4c	Нет интерфазы (удвоения ДНК)
	S	2n4c- произошла редупликация ДНК следовательно количество ДНК удвоилось.		
	G2	2n4c синтез и накопление АТФ, белков тубулинов		
Профаза	2n4c- <ul style="list-style-type: none"> Хромосомы спирализуются, растворяется ядерная оболочка, формируется веретено деления 	2n4c <ul style="list-style-type: none"> Присходит конъюгация и кроссинговер между гомологичными хромосомами Образуются биваленты. (гомологичные хромосомы объединяются попарно) 	n2c <ul style="list-style-type: none"> Хромосомы спирализуются, растворяется ядерная оболочка, формируется веретено деления 	
Метафаза	2n4c Двухроматидные хромосомы выстраиваются на экваторе и к центромерам прикрепляются нити веретена деления.	2n4c Биваленты выстраиваются на экваторе.	n2c Двухроматидные хромосомы выстраиваются на экваторе и к центромерам прикрепляются нити веретена деления.	
Анафаза	4n4c <ul style="list-style-type: none"> Нити веретена деления сокращаются, растягивая сестринские хроматиды к полюсам Каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой, следовательно количество хромосом удваивается 	2n4c К полюсам расходятся гомологичные двухроматидные хромосомы, поэтому формула не меняется.	2n2c <ul style="list-style-type: none"> Нити веретена деления сокращаются, растягивая сестринские хроматиды к полюсам Каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой, следовательно количество хромосом удваивается 	
телофаза	2n2c <ul style="list-style-type: none"> Отошедшие к полюсам хромосомы деспирализуются Окружаются ядерной оболочкой Делится цитоплазма Образуются 2 клетки с диплоидным набором хромосом 	n2c <ul style="list-style-type: none"> Отошедшие к полюсам хромосомы деспирализуются Окружаются ядерной оболочкой Образуются 2 клетки с гаплоидным набором хромосом (но каждая хромосома состоит из двух хроматид т.е. 2 молекул ДНК) <p>Мейоз 1 является редуционным делением, т.е. наследственный материал уменьшается в 2 раза</p>	nc <ul style="list-style-type: none"> Отошедшие к полюсам хромосомы деспирализуются Окружаются ядерной оболочкой Делится цитоплазма Образуются 4 клетки с гаплоидным набором хромосом 	

Размножение организмов.

Размножение это свойство живых организмов воспроизводить себе подобных.

Существует бесполое и половое размножение.

Половое размножение	Бесполое размножение
Происходит рекомбинация наследственного материала, вследствие чего потомство обладает уникальным генотипом.	Происходит точная передача наследственного материала и потомство имеет сходный с родительским организмом генотип.
Для размножения чаще всего необходимо два родительских организма	Достаточно одного родительского организма
Необходимы специальные половые клетки-гаметы	-----
<p>Способы:</p> <p><i>При участии гамет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Изогамия ✓ Анизогамия ✓ Овогамия ✓ Партогенез (без оплодотворения) <p><i>Без участия гамет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Копуляция ✓ Конъюгация. 	<p>Способы:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Вегетативное размножение ✓ Митоз ✓ Шизогония ✓ Почкование ✓ Полиэмбриония

Половое размножение

В процессе полового размножения обеспечивается поддержание постоянства количества наследственного материала (плоидности) в ряду поколений организмов (гаметы $n + n \rightarrow$ зигота $2n$) и рекомбинация наследственного материала родителей в генотипах потомства.

Центральными клеточными механизмами, обеспечивающими эти события, являются мейоз и оплодотворение (процесс слияния гаплоидных гамет с восстановлением диплоидного набора хромосом в зиготе).

Каждый родитель представлен в потомках исходно одной клеткой – гаметой. Гаметы (половые клетки) образуются в половых железах из диплоидных первичных половых клеток в процессе гаметогенеза (оогенеза и сперматогенеза).рис-49

Гаметогенез

Гаметы, или половые клетки, отличаются от соматических клеток:

- 1) гаплоидным набором хромосом;
- 2) низким уровнем обмена веществ;
- 3) необычным ядерно-цитоплазматическим отношением: у яйцеклетки оно низкое, т.к. цитоплазма занимает большой объем; у сперматозоида оно высокое, т. к. цитоплазмы очень мало

Процесс образования половых клеток называется гаметогенез

Гаметогенез состоит из следующих стадий или зон(рис 51):

- размножения (первичные половые клетки многократно делятся митозом)
- роста (период соответствует интерфазе митоза, происходит рост клетки, накопление питательных веществ, редупликация ДНК)
- созревания (в результате двух мейотических делений половые клетки становятся гаплоидными)
- формирования (только в сперматогенезе; формирование признаков, присущих сперматозоиду)



Рис-51

Период размножения. Клетки семенника или яичника многократно делятся митозом. Образуются в большом количестве диплоидные *сперматогонии* и *овогонии*. У мужчин период размножения начинается с наступлением полового созревания и продолжается до глубокой старости. В женском организме размножение овогоний начинается в эмбриогенезе и завершается к третьему году жизни.

Период роста. Увеличивается объем цитоплазмы клеток. Происходит удвоение ДНК. Формируются *сперматоциты* и *овоциты I порядка*, имеющие $2n4C$. Более интенсивно процесс роста идет в овогенезе, т.к. овоциты I порядка накапливают большое количество питательных веществ.

Период созревания. Клетки делятся мейозом. Сперматоцит I порядка делится на два *сперматоцита II порядка* ($n2C$), затем каждый из них делится на две *сперматиды* (nC). Все 4 сперматиды имеют одинаковые размеры.

Овоцит I порядка при делении образует крупную клетку – *овоцит II порядка* ($n2C$), содержащую почти всю цитоплазму, и мелкую клетку – *полярное тельце* ($n2C$). При втором делении созревания в овогенезе цитоплазма снова распределяется неравномерно: овоцит II порядка делится на крупную *яйцеклетку* (nC) и второе полярное тельце (nC). В это время первое полярное тельце также может разделиться на две клетки. Таким образом, из одного овоцита I порядка образуется одна яйцеклетка и три полярных тельца.

Созревание яйцеклеток происходит в организме женщины ежемесячно с наступления полового созревания до пожилого возраста. Полярные тельца в процессе размножения не участвуют.

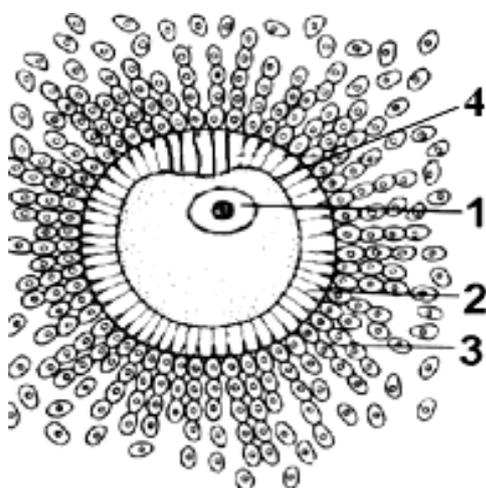
Период формирования. Характерен только для сперматогенеза. У *сперматозоидов* формируются головка, шейка и хвост, гаметы становятся подвижными.

Строение половых клеток

Яйцеклетка – неподвижная, очень крупная клетка, обычно шарообразной формы. В ее ядре имеется множество копий и-РНК и р-РНК, обеспечивающих синтез жизненно важных белков будущего зародыша. Цитоплазма содержит запасы желтка, жира, гликогена, органических кислот и других веществ, необходимых для развития зародыша. Для яйцеклеток характерна цитоплазматическая сегрегация – процесс закономерного перемещения цитоплазмы, приводящий к появлению в ней участков с различным химическим составом. Все яйцеклетки имеют первичную оболочку, а многие еще вторичную и третичную. Оболочки обеспечивают защиту яйцеклетки, а у млекопитающих способствуют имплантации зародыша в стенку матки.

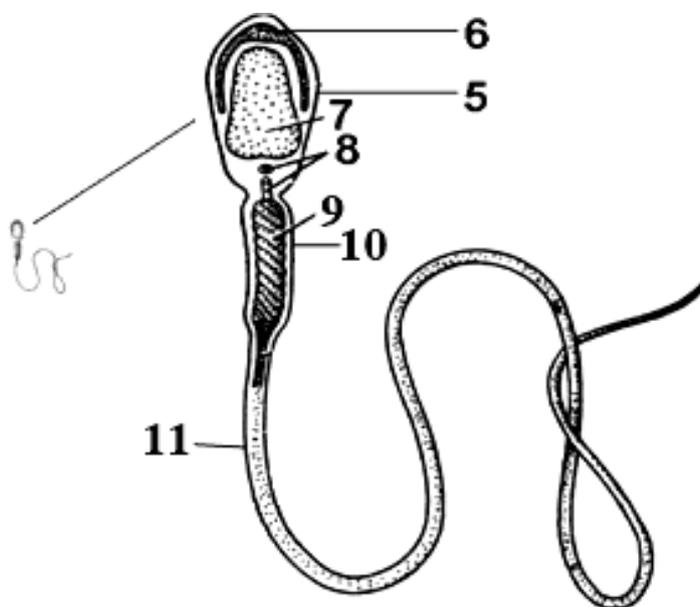
Сперматозоиды образуются в огромном количестве, имеют мелкие размеры и обладают способностью к активному движению. Зрелый сперматозоид состоит из головки, шейки и хвоста.

Головка содержит ядро, окруженное тонким слоем цитоплазмы. На переднем конце головки расположена *акросома* – видоизмененный комплекс Гольджи. Акросома содержит набор ферментов, способных растворять оболочки яйцеклетки. В шейке находятся две центриоли и многочисленные митохондрии, расположенные по спирали. Хвост обеспечивает сперматозоиду подвижность. Он состоит из осевой нити, образованной микротрубочками.



яйцеклетка

- 1 - ядро яйцеклетки;
- 2 - блестящая оболочка;
- 3 - лучистый венец;
- 4 - желточная оболочка.



сперматозоид

- 5 - головка;
- 6 - акросома;
- 7 - ядро сперматозоида;
- 8 - центриоль;
- 9 - митохондриальная спираль;
- 10 - шейка;
- 11 - хвост.

Рис-52

Ситуационные задачи к разделу деление клеток и размножение организмов.

Примеры решения задач:

Задача:

В клетке животного диплоидный набор хромосом равен 34. Определите количество молекул ДНК перед митозом, после митоза, после первого и второго деления мейоза.

Решение:

По условию, $2n=34$. Генетический набор:

перед митозом $2n4c$, поэтому в этой клетке содержится 68 молекул ДНК;

после митоза $2n2c$, поэтому в этой клетке содержится 34 молекулы ДНК;

после первого деления мейоза $n2c$, поэтому в этой клетке содержится 34 молекулы ДНК;

после второго деления мейоза nc , поэтому в этой клетке содержится 17 молекул ДНК.

Задачи:

В клетке животного диплоидный набор хромосом равен 20. Определите количество молекул ДНК перед митозом, после митоза, после первого и второго деления мейоза.

1. Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около $6 \cdot 10^{-9}$ мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в сперматозоиде и соматической клетке перед началом деления и после его окончания.

Ответ поясните.

2. В клетке растений диплоидный набор хромосом равен 24. Каково количество генетического материала в профазе и телофазе митоза?

3. В соматической клетке 42 хромосомы. Каково количество генетического материала в предшественниках половых клеток в анафазе I и анафазе II?

4. В митоз вступила двуядерная клетка с диплоидными ядрами ($2n=46$). Какое количество наследственного материала будет иметь клетка в метафазе при формировании единого веретена деления и дочерние ядра по окончании митоза?

5. Рассчитать вероятность того, что все отцовские и, соответственно, все материнские хромосомы отойдут к одному полюсу для лошадиной аскариды ($n=2$), дрозофилы ($n=4$), человека ($n=23$).

6. Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках кончика корня перед началом митоза, в метафазе и в конце телофазы митоза. Поясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.

7. Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках семязачатка перед началом мейоза, в

конце профазы мейоза I и в конце телофазы мейоза I. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.

8. Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из клеток семязачатка перед началом мейоза, в анафазе мейоза I и анафазе мейоза II. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.

9. Как изменится число хромосом и молекул ДНК в телофазе мейоза I и мейоза II по сравнению с интерфазой в половых клетках дрозофилы? Ее соматические клетки содержат 8 хромосом. Ответ поясните.

10. У крупного рогатого скота в соматических клетках 60 хромосом. Определите число хромосом и молекул ДНК в клетках яичников в интерфазе перед началом деления и после деления мейоза I. Объясните, как образуется такое число хромосом и молекул ДНК.

Тестовые задания для самоконтроля.

Выберите один правильный ответ.

1. Клетки, сходные по происхождению и выполняемым функциям, образуют

- 1) ткани
- 2) органы
- 3) системы органов
- 4) единый организм

2. Процессы жизнедеятельности у всех организмов протекают в клетке, поэтому ее рассматривают как единицу

- 1) размножения
- 2) строения
- 3) функциональную
- 4) генетическую

3. К положениям клеточной теории относится

- 1) зигота образуется в процессе оплодотворения, слияния мужской и женской гамет
- 2) в процессе мейоза образуются четыре гаплоидные клетки
- 3) клетки, специализированные по выполняемым функциям, образуют ткани, органы, системы органов
- 4) клетки растений отличаются от клеток животных по ряду признаков

4. Клетки растений, в отличие от клеток животных, имеют

- 1) клеточной мембраны и цитоплазмы

- 2) митохондрий и рибосом
 - 3) оформленного ядра и ядрышка
 - 4) пластид, вакуолей с клеточным соком
5. Клетки прокариот, в отличие от клеток эукариот
- 1) не имеют плазматической мембраны
 - 2) не имеют оформленного ядра
 - 3) состоят из более простых органических соединений
 - 4) содержат цитоплазму
6. Плазматическая мембрана не участвует в процессах:
- 1) осмоса
 - 2) пиноцитоза
 - 3) синтеза молекул АТФ
 - 4) фагоцитоза
7. Основная функция митохондрий - это
- 1) редупликация ДНК
 - 2) биосинтез белка
 - 3) синтез углеводов
 - 4) синтез АТФ
8. органоид содержащий ДНК?
- 1) вакуоль
 - 2) рибосома
 - 3) хлоропласт
 - 4) лизосома
9. Комплекс Гольджи можно распознать по наличию в нем
- 1) полостей и цистерн с пузырьками на концах
 - 2) разветвленной системы канальцев
 - 3) крист на внутренней мембране
 - 4) двух мембран, окруженных множеством гран
10. лизосома выполняет в клетке функцию
- 1) транспорт веществ
 - 2) синтез органических веществ
 - 3) синтез АТФ
 - 4) внутриклеточное переваривание
11. Лизосомы образуются в
- 1) ЭПС

- 2) митохондриях
 - 3) клеточном центре
 - 4) комплексе Гольджи
12. Молекула ДНК, в отличие от молекулы РНК, не содержит
- 1) аденин
 - 2) гуанин
 - 3) цитозин
 - 4) урацил
13. Молекула тРНК осуществляет в клетке
- 1) считывание информации с матрицы ДНК
 - 2) перенос информации в цитоплазму
 - 3) транспорт аминокислоты к рибосоме
 - 4) процесс транскрипции
14. В молекуле ДНК содержится информация о первичной структуре
- 1) полисахаридов
 - 2) белков
 - 3) липидов
 - 4) аминокислот
15. Связи, возникающие между азотистыми основаниями, называются
- 1) ионные
 - 2) пептидные
 - 3) водородные
 - 4) ковалентные
16. В состав нуклеотида РНК входит
- 1) рибоза
 - 2) глюкоза
 - 3) фруктоза
 - 4) дезоксирибоза
17. Вторичная структура ДНК - это
- 1) одна полинуклеотидная цепь
 - 2) две комплементарные и антипараллельные нуклеотидные цепи
 - 3) трехмерная двухцепочечная спираль, закрученная вокруг собственной оси
 - 4) две комплементарные и параллельные нуклеотидные цепи
18. Цитозину комплементарно азотистое основание
- 1) аденин

2) гуанин

3) тимин

4) урацил

19. Между аденином и тиминном возникает

1) тройная водородная связь

2) пептидная связь

3) фосфодиэфирная связь

4) двойная водородная связь

20. В состав рибосом входит

1) рРНК

2) тРНК

3) иРНК

4) ДНК

21. Транскрипция - это

1) синтез иРНК

2) синтез белка

3) синтез АТФ

4) созревание иРНК

22. Матрицей для процесса трансляции служит молекула

1) тРНК

2) ДНК

3) рРНК

4) иРНК

23. Роль матрицы при транскрипции выполняет

1) полипептид

2) плазматическая мембрана

3) одна из цепей ДНК

4) мембрана ЭПС

24. Единство генетического кода для всех живых существ на Земле проявляется в его

1) триплетности

2) избыточности

3) специфичности

4) универсальности

25. Правильно отражает путь реализации генетической информации последовательность

1) ген → иРНК → белок → признак

- 2) признак→белок→иРНК→ген→ДНК
- 3) иРНК→ген→белок→признак
- 4) ген→ДНК→признак→белок
26. Генетический код определяет принцип записи информации о
- 1) последовательности аминокислот в молекуле белка
 - 2) транспорте иРНК в клетке
 - 3) расположении мономеров глюкозы в молекуле крахмала
 - 4) количестве рибосом на ЭПС
27. Установил что А=Т, а Г=Ц
- 1) Ф.Крик
 - 2) Э.Чаргафф
 - 3) Д.Уотсон
 - 4) И.Павлов
28. условным знаком препинания в и-РНК является
- 1) нонсенс-триплет
 - 2) антикодон
 - 3) кодон
 - 4) терминатор
29. Д.Уотсон и Ф.Крик – авторы
- 1) клеточной теории
 - 2) хромосомной теории наследственности
 - 3) модели ДНК
 - 4) теории мутагенеза
30. Интрон это-
- 1) неинформативный участок нуклеиновой кислоты
 - 2) информативный участок нуклеиновой кислоты
 - 3) стоп-кодон
 - 4) участок ДНК, отвечающий за синтез полипептидной цепи
31. Неперекрываемость генетического кода проявляется в том, что
- 1) 3 нуклеотида кодируют 1 аминокислоту
 - 2) один нуклеотид входит в состав только одного триплета
 - 3) один триплет кодирует только одну аминокислоту
 - 4) одну аминокислоту может кодировать несколько триплетов
32. Изменение последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК - это
- 1) генная мутация

- 2) хромосомная мутация
- 3) геномная мутация
- 4) не является мутацией

33. Восстановление поврежденной структуры цепи ДНК на матрице комплементарной ей цепи называется

- 1) репликация
- 2) транскрипция
- 3) репарация
- 4) сплайсинг

34. Химическую основу хромосомы составляет молекула

- 1) рибонуклеиновой кислоты
- 2) липида
- 3) дезоксирибонуклеиновой кислоты
- 4) полисахарида

35. Гомологичными называют хромосомы

- 1) входящие в состав разных пар
- 2) только метацентрические
- 3) имеющие одинаковое строение и размеры
- 4) только акроцентрические

36. Инверсия - это тип хромосомной мутации, при котором происходит

- 1) отрыв и потеря участка хромосомы
- 2) удвоение участка хромосомы
- 3) перенос участка хромосомы на другую
- 4) поворот участка хромосомы на 180°

37. Нормальный женский кариотип

- 1) 46,XY
- 2) 45,XO
- 3) 46,XX
- 4) 47,XX

38. Кариотип больного синдромом Шерешевского-Тернера

- 1) 45,XO
- 2) 47,XXY
- 3) 47,XXX
- 4) 46,XX

39. Кариотип больного синдромом Клайнфельтера

- 1) 45,ХО
- 2) 47,ХХУ
- 3) 47,ХХХ
- 4) 46,ХХ

40. Благодаря митозу число хромосом в клетках

- 1) удваивается
- 2) уменьшается вдвое
- 3) не изменяется
- 4) изменяется с возрастом

41. Расхождение хромосом при делении клетки происходит в

- 1) профазу
- 2) метафазу
- 3) анафазу
- 4) телофазу

42. Материнская клетка, содержащая 44 хромосомы, разделилась митозом. Сколько хромосом будет в каждой дочерней клетке

- 1) 11
- 2) 22
- 3) 44
- 4) 88

43. В анафазе митоза к полюсам клетки расходятся:

- 1) хроматиды
- 2) гомологичные хромосомы
- 3) двуххроматидные хромосомы
- 4) центриоли клеточного центра

44. Растворение ядерной оболочки и выход хромосом в цитоплазму происходит во время

- 1) анафазы
- 2) профазы
- 3) телофазы
- 4) интерфазы

45. Редупликация ДНК происходит во время

- 1) синтетического периода интерфазы
- 2) профазы митоза
- 3) метафазы митоза
- 4) постсинтетического периода

46. Клеточный цикл это

- 1) период от одного деления клетки до другого
- 2) период от момента образования клетки до гибели или деления клетки
- 3) период относительного покоя клетки
- 4) период выполнения клеткой специализированных функций

47. К интерфазе не относится

- 1) G_1 – период
- 2) S – период
- 3) G_2 – период
- 4) Телофаза

48. Цитокинез проходит во время

- 1) анафазы
- 2) телофазы
- 3) интерфазы
- 4) профазы

49. В анафазе мейоза II к полюсам клетки расходятся

- 1) хроматиды
- 2) пары гомологичных хромосом
- 3) двуххроматидные хромосомы
- 4) центриоли клеточного центра

50. На какой стадии гаметогенеза клетки делятся мейозом:

- 1) размножения
- 2) роста
- 3) созревания
- 4) формирования

51. Материнская клетка, содержащая 24 хромосомы, разделилась мейозом. Сколько хромосом будет в каждой дочерней клетке

- 1) 6
- 2) 12
- 3) 24
- 4) 48

52. В анафазе мейоза I к полюсам клетки расходятся

- 1) хроматиды
- 2) пары гомологичных хромосом
- 3) двуххроматидные хромосомы

4) центриоли клеточного центра

53. На всех стадиях гаметогенеза происходит деление клеток, кроме

- 1) формирования
- 2) созревания
- 3) роста
- 4) размножения

Выберите три правильных ответа:

54. Клетки бактерий отличаются от клеток растений

- 1) отсутствием оформленного ядра
- 2) наличием плазматической мембраны
- 3) наличием плотной оболочки
- 4) отсутствием митохондрий
- 5) наличием рибосом
- 6) отсутствием комплекса Гольджи

55. Основные функции цитоплазмы в клетке

- 1) является внутренней средой клетки
- 2) осуществляет связь между ядром и органоидами
- 3) выполняет роль матрицы для синтеза углеводов
- 4) служит местом расположения ядра и органоидов
- 5) служит местом синтеза РНК
- 6) служит местом расположения хромосом в клетках эукариот

56. Основные функции ядра в клетке:

- 1) синтез молекул ДНК
- 2) окисление органических веществ с высвобождением энергии
- 3) синтез молекул РНК
- 4) поглощение клеткой веществ из окружающей среды
- 5) образование органических веществ из неорганических
- 6) образование большой и малой субъединиц рибосом

57. для митохондрий и пластид характерны общие свойства

- 1) не делятся в течение жизни
- 2) имеют собственный генетический материал
- 3) являются одномембранными
- 4) имеют кристы
- 5) имеют двойную мембрану
- 6) участвуют в синтезе АТФ

58. Рибосомы – органоиды клетки, которые

- 1) участвуют в реакциях окисления веществ
- 2) осуществляют синтез белка
- 3) отграничены от цитоплазмы двойной мембраной
- 4) состоят из двух субъединиц: большой и малой
- 5) располагаются в цитоплазме и на мембранах ЭПС
- 6) размещаются в комплексе Гольджи

59. В состав молекулы ДНК входят

- 1) А,Т,Г,Ц
- 2) разнообразные аминокислоты
- 3) липопротеиды
- 4) дезоксирибоза
- 5) азотная кислота
- 6) остаток фосфорной кислоты

60. В состав нуклеотидов РНК входят

- 1) азотистые основания А,У,Г,Ц
- 2) разнообразные аминокислоты
- 3) азотистые основания А,Т,Г,Ц
- 4) дезоксирибоза
- 5) рибоза
- 6) остаток фосфорной кислоты

61. Функции ДНК

- 1) хранит генетическую информацию
- 2) доставляет аминокислоты в рибосому
- 3) непосредственно собирает белковые молекулы
- 4) передает генетическую информацию молекулам и-РНК
- 5) передает генетическую информацию дочерним молекулам ДНК
- 6) участвует в синтезе АТФ

62. Генетический код является

- 1) триплетным
- 2) диплетным
- 3) неперекрываемым
- 4) неспецифичным
- 5) универсальным

- б) избыточным
63. При сборке полипептидной цепи на рибосоме происходят следующие процессы
- 1) элонгация
 - 2) процессинг
 - 3) сплайсинг
 - 4) инициация
 - 5) терминация
 - б) транскрипция
64. Биосинтез белка включает следующие этапы
- 1) транскрипция
 - 2) редупликация
 - 3) репарация
 - 4) трансляция
 - 5) процессинг
 - б) активация
65. При генных мутациях возможно
- 1) выпадение одного или нескольких нуклеотидов
 - 2) изменение числа хромосом в диплоидном наборе
 - 3) перенос участка хромосомы на другую, не гомологичную ей
 - 4) замена одного нуклеотида другим
 - 5) удвоение участка хромосомы
 - б) вставка одного или нескольких нуклеотидов
66. Генные мутации могут привести к
- 1) изменению смысла триплета
 - 2) изменению числа триплетов
 - 3) развитию болезни Дауна
 - 4) развитию синдрома Клайнфельтера
 - 5) образованию триплета-синонима
 - б) развитию синдрома Патау
67. Метафазная хромосома состоит из
- 1) двух хроматид
 - 2) одной хроматиды
 - 3) трех хроматид
 - 4) центромеры
 - 5) центриоли

б) двух плеч

68. К геномным мутациям относится

- 1) делеция
- 2) анеуплоидия
- 3) инверсия
- 4) гаплоидия
- 5) транслокация
- б) полиплоидия

69. Сходство митоза и мейоза состоит в том что

- 1) это способы деления эукариотических клеток
- 2) это способы деления прокариотических клеток
- 3) они состоят из двух последовательных делений
- 4) в профазе исчезает ядерная оболочка
- 5) в результате образуются новые клетки
- б) дочерние клетки генетически разнообразны

70. Выберите признаки, характерные для полового размножения

- 1) генетическое разнообразие потомства
- 2) потомство развивается из соматических клеток
- 3) отсутствие комбинативной изменчивости
- 4) участие двух родительских форм
- 5) участие одной родительской особи
- б) образование гамет

71. Зрелая яйцеклетка характеризуется

- 1) гаплоидным набором хромосом
- 2) наличием защитных оболочек
- 3) диплоидным набором хромосом
- 4) наличием аппарата движения
- 5) большим объемом цитоплазмы
- б) интенсивным обменом веществ

72. Особенности сперматогенеза - это

- 1) стадия размножения продолжается весь репродуктивный период
- 2) стадия роста хорошо выражена
- 3) клетки, образующиеся на стадии созревания, равноценны
- 4) стадия формирования отсутствует
- 5) имеется стадия формирования

б) клетки, образующиеся на стадии созревания, неравноценны

73. Зрелый сперматозоид характеризуется

- 1) диплоидным набором хромосом
- 2) наличием аппарата движения
- 3) гаплоидным набором хромосом
- 4) наличием защитных оболочек
- 5) малым объемом цитоплазмы
- 6) интенсивным обменом веществ

74. Приведите в соответствие стадию мейоза и процессы, происходящие на данной стадии

А. кроссинговер

Б. расхождение гомологичных хромосом 1) мейоз I

В. расхождение хроматид 2) мейоз II

Г. образование клеток $2n$

Д. образование клеток n

Е. конъюгация

А	Б	В	Г	Д	Е

75. Приведите в соответствие названия клеток на разных этапах овогенеза и количество наследственного материала в этих клетках

А. овогония 1) $2n2c$

Б. овоцит 1 порядка 2) $2n4c$

В. овоцит 2 порядка 3) n

Г. яйцеклетка 4) $n2c$

А	Б	В	Г

76. Установите соответствие между органоидом клетки и его признаком

А. состоит из полостей с пузырьками на концах 1) ЭПС

Б. состоит из системы связанных канальцев 2) комплекс Гольджи

В. участвует в биосинтезе белка

Г. участвует в образовании лизосом

Д. участвует в обновлении и росте плазматической мембраны

Е. осуществляет транспорт веществ

А	Б	В	Г	Д	Е

77. Установите соответствие между органоидом клетки и его признаком

- А. расщепляют полимеры до мономеров 1) лизосомы
 Б. окисляют органические вещества до CO_2 и H_2O 2) митохондрии
 В. отграничены от цитоплазмы одной мембраной
 Г. отграничены от цитоплазмы двумя мембранами
 Д. содержат кристы
 Е. не содержат крист

А	Б	В	Г	Д	Е

78. Установите соответствие между органоидом клетки и его признаком

- А. синтезирует глюкозу 1) хлоропласт
 Б. имеет кристы 2) митохондрия
 В. осуществляет клеточное дыхание
 Г. имеет грани
 Д. содержит хлорофилл
 Е. встречается во всех эукариотических клетках

А	Б	В	Г	Д	Е

79. Установите соответствие

- А. ЭПС 1) мембранные органоиды
 Б. митохондрии 2) немембранные органоиды
 В. комплекс Гольджи
 Г. рибосомы
 Д. лизосомы
 Е. клеточный центр

А	Б	В	Г	Д	Е

80. Установите соответствие между признаком нуклеиновой кислоты и ее видом

- А. состоит из 2 полинуклеотидных цепей 1) ДНК
 Б. состоит из 1 полинуклеотидной цепи 2) РНК
 В. переносит информацию из ядра в рибосому
 Г. является хранителем наследственной информации
 Д. состоит из нуклеотидов А, Т, Г, Ц

Е. состоит из нуклеотидов А,У,Г,Ц

А	Б	В	Г	Д	Е

81. Установите соответствие между признаком нуклеиновой кислоты и ее видом:

- А. имеет форму клеверного листа 1) ДНК
 Б. состоит из 2 полинуклеотидных цепей 2) тРНК
 В. доставляет аминокислоты к рибосоме
 Г. является хранителем наследственной информации
 Д. способна к самоудвоению
 Е. содержит 70-90 нуклеотидов

А	Б	В	Г	Д	Е

82. Установите соответствие между признаком генной мутации и ее видом

- А. выпадение нуклеотида 1) мутации без сдвига рамки считывания
 Б. вставка нуклеотида 2) мутации со сдвигом рамки считывания
 В. замена одного нуклеотида на другой
 Г. поворот участка молекулы ДНК на 180°

А	Б	В	Г

83. Установите соответствие между этапом биосинтеза белка и процессами, происходящими на данном этапе

- А. синтез иРНК 1) трансляция
 Б. вырезание интронов 2) транскрипция
 В. сшивание экзонов 3) процессинг
 Г. объединение субъединиц рибосомы
 Д. удлинение полипептида
 Е. соединение кодона иРНК и антикодона тРНК

А	Б	В	Г	Д	Е

84. Установите соответствие между фазой митоза и процессами, происходящими на данной фазе

- А. спирализация хромосом 1) профазы
 Б. расположение хромосом на экваторе 2) телофазы

- В. деление цитоплазмы 3) анафаза
- Г. расхождение хромосом к полюсам 4) метафаза
- Д. растворение ядерной оболочки
- Е. формирование дочерних ядер

А	Б	В	Г	Д	Е

85. Установите, в какой последовательности происходит процесс редупликации ДНК

- А. раскручивание двойной спирали
- Б. воздействие ферментов на молекулу ДНК
- В. восстановление вторичной и третичной структуры
- Г. разрушение водородных связей между полинуклеотидными цепями
- Д. присоединение комплементарных нуклеотидов

--	--	--	--	--

86. Установите правильную последовательность этапов цитогенетического метода

- Б. получение метафазных пластинок
- В. окраска хромосом
- Г. фотографирование и систематизация хромосом по группам
- Д. получение большого количества делящихся клеток
- Е. постановка цитогенетического диагноза

--	--	--	--	--

Завершите предложения:

87. Основоположниками клеточной теории являются

88. Постоянные специализированные участки цитоплазмы клетки, имеющие определенную структуру и выполняющие определенные функции, называются

89. Наследственный аппарат прокариот представлен

90. Внутренняя среда ядра называется

91. Относительно непостоянные компоненты цитоплазмы, служащие запасными питательными веществами или продуктами, подлежащими выведению из клетки, называются.....

92. Участок молекулы ДНК, отвечающий за синтез одного простого признака, называется.....

93. Способ удвоения ДНК называется

94. Форму «клеверного листа» имеет молекула

95. Мономером нуклеиновой кислоты является
97. Стартовый нуклеотид при транскрипции называется
98. В процессе транскрипции принимает участие фермент
99. В процессе редупликации принимает участие фермент
100. Созревание иРНК происходит в процессе.....
101. Деспирализованное состояние наследственного материала
называется.....
102. Активно транскрибируемые и менее плотно упакованные участки хромосом
называют.....
103. Диплоидный набор хромосом соматической клетки данного биологического вида
называется.....
104. Самый короткий период митотического цикла называется
105. Процесс удвоения ДНК протекает в клетке в период

Словарь биологических терминов.

Автотрофы - организмы, способные самостоятельно синтезировать органическое вещество из неорганических соединений.

Аминокислоты - органические кислоты; содержат одновременно кислотную (карбоксильную) и основную (аминную) группы; соединяясь друг с другом в разной последовательности, образуют звенья, исходные для построения белков.

Бактерии - группа прокариотических в большинстве одноклеточных микроорганизмов, обладающих клеточной стенкой.

Белки - органические высокомолекулярные соединения, которые играют ведущую роль в осуществлении большинства функций живого организма.

Вид - 1) основная структурная единица в системе живых организмов; 2) низший таксон в биологической систематике; 3) совокупность популяций особей со сходными морфофизиологическими, биохимическими и поведенческими признаками, способных к скрещиванию, дающих плодовитое потомство, населяющих определенный ареал и сходно изменяющихся под влиянием факторов окружающей среды.

Вирусы - неклеточные формы жизни; размножаются только в клетках хозяина.

Гамета - половая клетка, обеспечивающая передачу наследственной информации; содержит гаплоидный (половинный) набор хромосом.

Ген - единица наследственной информации; участок молекулы ДНК (или РНК у некоторых вирусов) хромосомы; контролирует синтез органических соединений в организме и, как следствие, определяет его признаки.

Геном - совокупность генов организма.

Генотип - совокупность наследственных элементов организма, определяющих его развитие, строение и жизнедеятельность при всех возможных условиях.

Гетеротрофы - организмы, использующие для питания органические вещества, произведенные другими организмами.

ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) - соединение, состоящее из двух цепочек нуклеотидов, содержащих углевод дезоксирибозу; последовательность нуклеотидов строго индивидуальна и определяет генетический код организма.

Жизненная форма - совокупность признаков, отражающая приспособленность организма к определенным условиям.

Зигота - оплодотворенное яйцо; клетка, образовавшаяся в результате слияния гамет; содержит диплоидный набор хромосом.

Клетка - основной структурный, функциональный и воспроизводящий элемент живой материи; может существовать как отдельный организм и в составе тканей.

Кроссинговер - случайный процесс обмена гомологичными участками парных (гомологичных) хромосом в процессе деления клетки.

Мейоз - способ деления клеток, когда одно удвоение генетического материала сопровождается двумя делениями; в результате число хромосом уменьшается вдвое (гаплоидный набор).

Митоз - непрямоe деление клетки, при котором наследственный материал, заключенный в удвоенном наборе хромосом, делится пополам между двумя дочерними клетками.

Модификация - изменения признаков, которые организмы приобретают в течение жизни и которые не связаны с изменениями генотипа.

Мутации - наследуемые изменения в генетическом материале организма (в генах, хромосомах, цитоплазматических органоидах).

Наследственность - свойство организмов передавать потомкам свои признаки.

Нуклеиновые кислоты - фосфорсодержащие полимерные органические вещества; состоят из соединенных в цепочки нуклеотидов; хранят, реализуют и передают генетическую информацию.

Нуклеотид - соединение азотистого основания, углевода рибозы или дезоксирибозы и остатка фосфорной кислоты; мономер нуклеиновых кислот, составная часть важнейших коферментов.

Осмоз - процесс проникновения воды через мембрану под давлением за счет разности концентрации веществ по разные стороны мембраны.

Партеногенез - форма размножения, когда зародыш развивается из неоплодотворенной яйцеклетки.

Пептид - органическое вещество, состоящее из аминокислот.

Продуценты - автотрофы, производящие органическое вещество из неорганических составляющих.

Прокариоты - 1) организмы, клетки которых не имеют ограниченного мембраной ядра; 2) систематический таксон ранга надцарства.

Протеины - органические высокомолекулярные соединения, которые играют ведущую роль в осуществлении большинства функций живого организма.

Редуценты - организмы (бактерии и грибы), потребляющие органические вещества и разлагающие их до простых минеральных составляющих.

Репликация - самоудвоение молекулы нуклеиновой кислоты, обеспечивающее точное воспроизведение генетического материала.

РНК, рибонуклеиновая кислота - одноцепочное соединение, участвующее в реализации и передаче генетической информации.

Сперматозоид - подвижная мужская половая клетка животных и многих растений; содержит гаплоидный (половинный) набор хромосом; служит для оплодотворения яйцеклетки.

Споры - клетки, которые служат для бесполого (а у некоторых грибов и полового) размножения, расселения или переживания неблагоприятных условий.

Ткани - совокупность клеток и межклеточных структур в организме, сходных по происхождению, строению и функциям.

Транскрипция - копирование участка нуклеиновой кислоты; при этом в соответствии с принципом комплементарности синтезируется молекула с точно такой же последовательностью нуклеотидов.

Фенотип - совокупность внешних признаков организма, сформировавшихся в процессе взаимодействия генотипа с окружающей средой.

Ферменты - белки, резко ускоряющие химические реакции в организме.

Фотосинтез - процесс образования органических веществ, который совершается в клетках зеленых растений на свету при участии углекислого газа и воды; сопровождается выделением кислорода и поглощением энергии солнца, накапливающейся в виде энергии химических связей.

Хромосомы - органоиды клеточного ядра; состоят из молекулы ДНК и белков; содержат набор генов с заключенной в них наследственной информацией.

Эукариоты - 1) живые организмы, клетки которых обладают ограниченными мембраной ядром и клеточными органоидами; 2) систематический таксон ранга надцарства.

Ядро - органелла эукариотных клеток, содержит генетический материал, обособленный от цитоплазмы оболочкой.

Яйцеклетка - женская половая клетка; содержит гаплоидный (половинный) набор хромосом.

Список используемой литературы. литература:

1. **Биология**: учебник: в 2 т./ под ред. В.Н. Ярыгина/ М.Высш. шк.,2 т.2008 г.
2. **Биология** :учебник Н.В. Чебышев, Г.Г.Гринева, М.В.Козарь, С.И. Гуленков М. ВУНМЦ, 2008г
3. Билич Г. Л., Крыжановский В. А. Биология. Полный курс учебник. в 4 т — издание 5-е, дополненное и переработанное. — М.: Издательство Оникс, 2009. — Т. 1. — 864 с. — ISBN 978-5-488-02311-6
4. Асланян М. М., Солдатова О. П. Генетика и происхождение пола. Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «биология». — М.: Авторская академия; Товарищество научных изданий КМК, 2010. — 114 с. — ISBN 978-5-91902-001-1
5. Коряков Д.Е., Жимулев И.Ф. Учебное пособие Хромосомы. Структура и функции. — Новосибирск: Из-во СО РАН, 2009. — 258 с. — ISBN 978-5-7692-1045-7

6. Сборник задач по общей и медицинской генетике. Учебно-методическое пособие./Бутвиловский В.Э. и др. Мн.: МГМИ, 1998. – 132 с.