

Химическая организация клетки. Содержание химических элементов в клетке. Вода и другие неорганические вещества и их роль в жизнедеятельности клетки. Органические вещества.

Углеводы. Моно- и полисахариды. Функции углеводов в клетке. Липиды (жиры и липоиды). Функции жиров и липоидов в клетке.

Белки как биополимеры. Функции белков в клетке. Аминокислоты, их структура и свойства. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белковой молекулы. Ферменты, их роль в процессах жизнедеятельности.

Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК как биополимеры. Функции. Нуклеотиды, их строение и соединение при образовании полинуклеотидной цепи. Принцип комплементарности. Репликация ДНК. Структура и виды РНК. АТФ. Содержание АТФ в клетке. Макроэргические связи в АТФ. Значение АТФ в жизнедеятельности клетки. НАД, НАДФ, ФАД и их роль в клетке.

Одним из свойств живого является – гомологичность (сходство) химического состава.

Это свойство живого, согласно которому: живые существа состоят из тех же химических элементов, что и неживые, но в организмах есть молекулы веществ, характерные **только для живого (нуклеиновые кислоты, белки, липиды, углеводы)**.

Это указывает на связь и единство живой и неживой природы.

Все химические соединения в клетке можно разделить на органические и неорганические:

Содержание в клетке химических соединений (в % к сырой массе)

Вещества	
Неорганические	Органические
Вода - 70-80%	Белки – 10-20%
Минеральные соли - 1-1,5%	Жиры – 1-5%
	Углеводы – 0,2-2%
	Нуклеиновые кислоты ... – 1-2%

В зависимости от того, в каком количестве входят химические элементы в состав веществ, образующих живой организм, их подразделяют на три группы: макроэлементы, микроэлементы, ультрамикроэлементы.

Элементы, входящие в состав клетки, можно разделить на три группы.

Макроэлементы:	К ним относятся 4 элемента-органогены - кислород, углерод, азот, водород – почти 98% всего состава клетки. Это основные элементы клетки или макроэлементы . Они являются универсальными компонентами органических соединений клетки.
	содержание которых исчисляются десятками долями процента (0,1%) - их 8 – калий, фосфор, сера, магний, хлор, натрий, кальций, железо .
Микроэлементы	Они содержатся в исключительно малых количествах (менее 0,001 %): бор, кремний, марганец, цинк, йод и т.д.
Ультрамикроэлементами	Их содержание не превышает 0,000001%: уран, золото, ртуть, бериллий, селен, цезий и др.

Биологическая роль некоторых химических элементов

Углерод (С)	Атом углерода - это главный элемент живого. На его долю приходится более 99% общей массы. Свойства живых организмов в значительной степени определяются именно им. Это связано с его уникальными особенностями : - способность его атомов связываться друг с другом с образованием разнообразных структур, являющихся несущей основой органических молекул; - способность связываться с другими атомами близких радиусов (кислородом, азотом, серой) с образованием менее прочных связей (возникновение функциональных групп), которые обуславливают химическую активность органических соединений.
-------------	---

Углерод (С) Водород (Н) Кислород (О) Азот (N) Натрий (Na)	Входят в состав воды, органических веществ (белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды). Участвуют в синтезе органических веществ и функциях, осуществляемых этими органическими веществами. Участвуют в процессах возбуждения клетки, в поддержании осмотического давления и рН среды, влияет на работу почку.
Кальций (Ca)	Входит в состав костной ткани, необходим при свертывании крови, мышечном сокращении. При его недостатке наблюдается замедление роста скелета.
Калий (K)	Необходим для возбуждения нервных клеток, проведения импульсов, сокращения мышц.
Хлор (Cl)	Участвует в поддержании рН желудочного сока, осмотическом давлении плазмы крови.
Фосфор (P)	Структурный компонент костей и зубов, входит в состав АТФ, НАДФ, фосфолипидов.
Железо (Fe)	Структурный компонент гемоглобина крови, миоглобина мышц, ферментов цепи переноса электронов. Его недостаток может привести к анемии, нарушению иммунной системы.
Йод (I)	Входит в состав гормонов щитовидной железы. При его недостатке - нарушение работы щитовидной железы, замедление метаболизма.
Медь (Cu)	Участвует в процессах кроветворения и синтезе гемоглобина. Его дефицит может привести к слабости артерий, нарушению деятельности печени, вторичной анемии.
Фтор (F)	Структурный компонент зубной ткани. Недостаток приводит к кариесу зубов.
Магний (Mg)	Входит в состав хлорофилла, коферментов, активизирует энергетический обмен и синтез ДНК. При его недостатке могут быть мускульные судороги.
Сера (S)	Входит в состав аминокислот, белков (инсулин) и витаминов (В ₁).
Цинк (Zn)	Компонент ферментов, необходимых для нормального роста. При его недостатке - повреждение кожи, замедление роста, замедление полового созревания.
Кобальт (Co)	Входит в состав витамина В ₁₂ . Недостаток может привести к злокачественной анемии.
Марганец (Mn)	Необходим для окисления жирных кислот, участвует в процессах дыхания и фотосинтеза. Его дефицит приводит к бесплодию, ухудшению роста скелета.

Химические элементы входят в состав органических соединений. Углерод, кислород и водород участвуют в построении молекул углеводов и жиров. В молекулы белков, помимо этих элементов, входят азот и сера, а в молекулы нуклеиновых кислот — фосфор и азот. Ионы железа и меди включены в молекулы окислительных ферментов, магний — в молекулу хлорофилла, железо входит в состав гемоглобина, йод — в состав гормона щитовидной железы тироксина, цинк — в состав инсулина — гормона поджелудочной железы, кобальт — в состав витамина В₁₂.

Некоторые организмы интенсивно накапливают определенные элементы:

- ряд морских водорослей накапливает йод,
- лютики накапливают литий,
- ряска – радий,
- диатомовые водоросли и злаки – кремний,
- моллюски и ракообразные – медь,
- позвоночные - железо,
- некоторые бактерии – марганец и т.д.

Элементарный состав организмов и химический состав окружающей среды в количественном плане существенно отличаются друг от друга. Например, кремния в почве содержится около 33%, а в растениях – 0,15%, кислорода в почве около 49%, а в растениях 70% и т.д. Это указывает на избирательную способность организмов использовать только определенные химические элементы, необходимые для построения и жизнедеятельности клеток.

Химические элементы, которые входят в состав клеток и выполняют биологические функции, называют биогенными.

Неорганические вещества

Вода.

Одним из основных химических веществ клетки является ВОДА. В клетке на ее долю приходится 60-95% (в эмали зуба воды содержится 10%, в нервных клетках до 85%, а в клетках развивающегося зародыша до 97%). Потеря 20% воды смертельна для организма.

Высокое содержание воды в клетке – важнейшее условие ее деятельности. При потере большей части воды многие организмы гибнут, а ряд одноклеточных и даже многоклеточных организмов временно утрачивают признаки жизни. Такое состояние называется *анабиозом*. После увлажнения клетки пробуждаются и становятся вновь активными.

Большинство внутриклеточных реакций осуществляется в водной среде. Она, например, используется как источник водорода в реакциях фотосинтеза. Содержание воды зависит от интенсивности обмена веществ в клетках. Например, в быстрорастущих клетках зародышей животных содержится около 95 % воды, в клетках серого вещества мозга 85%, а в костях —20%. С возрастом интенсивность процессов жизнедеятельности уменьшается и в связи с этим содержание воды изменяется. В клетках взрослого человека находится около 66 % воды.

Вода в клетке находится в двух формах: свободной и связанной.

На долю **связанной воды**, которая непрочно соединена с белками водородными и другими связями, приходится 4-5% всей воды клетки.

Свободная вода составляет 95% всей воды в клетке и используется главным образом как растворитель и как дисперсионная среда коллоидной системы протоплазмы.

Н Н Молекула воды представляет собой **диполь** (этим объясняется способность молекулы воды ориентироваться в электрическом поле, присоединяться к различным молекулам и участкам молекул несущим заряд) и поэтому может присоединяться к различным молекулам с образованием гидратов. Этим обусловлены ее универсальные растворяющие свойства.

Отрицательно заряженные атомы кислорода одной молекулы воды притягиваются к положительно заряженному атому водорода другой молекулы с образованием водородной связи. По прочности она в 15-20 раз слабее ковалентной связи, между атомами кислорода и атомами водорода. Поэтому она легко разрывается, что наблюдается например, при испарении воды.

В зависимости от этого выделяют гидрофильные (растворимые в воде) и гидрофобные (нерастворимые в воде) вещества.

Гидрофильные: все полярные вещества (соли, ионы которых диссоциируют в воде, а также не ионные вещества, например простые спирты и сахара, в молекуле которых присутствуют заряженные группы ОН). Когда вещество переходит в раствор его молекулы или ионы приобретают возможность двигаться более свободно и соответственно реакционная способность возрастает. По этой причине большая часть химических реакций в клетке протекает в водном растворе.

К гидрофобным веществам относятся все неполярные соединения, например, липиды, они не смешиваются с водой и потому могут разделять водные растворы на отдельные компартменты, подобно тому, как разделяют их мембраны. Неполярные части молекул отталкиваются водой и притягиваются друг к другу. Подобные гидрофобные взаимодействия играют важную роль в обеспечении стабильности мембран, а также многих белковых молекул, нуклеиновых кислот и других субклеточных структур.

Присущие воде **свойства растворителя** означают также, что она служит средой для транспорта различных веществ. Эту роль она выполняет в крови, в лимфатической и экскретной системах, в пищеварительном тракте и во флоэме и ксилеме.

Вода обладает большой теплоемкостью. Это означает, что существенное увеличение тепловой энергии вызывает лишь сравнительно небольшое повышение ее температуры. Объясняется это тем, что значительная часть этой энергии расходуется на разрыв водородных связей, ограничивающих подвижность молекул воды.

Большая теплоемкость воды сводит к минимуму происходящие в ней температурные изменения. Благодаря этому биохимические процессы протекают в меньшем интервале температур, с более постоянной скоростью и опасность нарушения этих процессов от резких отклонений температуры грозит им не столь сильно. Вода служит для многих клеток и организмов средой обитания, для которой характерно довольно значительное постоянство условий.

Биологическое значение воды определяется и тем, что она представляет собой один из необходимых метаболитов, т.е. **участвует в метаболических реакциях**. Вода используется, например, в качестве **источника водорода в процессе фотосинтеза**, а также принимает участие в реакциях гидролиза.

Различные вещества, растворенные в воде, могут транспортироваться в клетки путем диффузии или к органам и тканям организма, например по кровеносной и лимфатической системам. С помощью воды вещества удаляются из клетки.

Вода необходима для поддержания постоянства химического состава клетки, что связано с явлением осмоса, суть которого в проникновении молекул растворителя через полупроницаемую мембрану в раствор какого-либо вещества. Осмос представляет собой одностороннюю диффузию молекул воды в направлении раствора.

Вода определяет физиологические свойства клетки (ее упругость, объем). Благодаря высокой теплоемкости и теплопроводности вода поддерживает тепловое равновесие клетки и организма. Испаряясь, она способствует охлаждению тела. Это происходит при потоотделении у животных и транспирации воды листьями у растений.

Особенности воды, определяющие ее важное значение для жизни клетки и для живой природы в целом:

- высокая полярность и как следствие – химическая активность и высокая растворяющая способность (универсальный растворитель);
- высокая теплопроводность и теплоемкость (высокие теплоты испарения и плавления) – основа для поддержания температурного гомеостаза живых организмов (терморегуляция) и регулирования тепла планеты;
- аномальная плотность в твердом состоянии – причина существования жизни в замерзающих водоемах. Максимальная плотность воды при +4°C. Поэтому лед, обладающий меньшей плотностью, легче воды и плавает на ее поверхности, что защищает водоем от промерзания. И тем самым «спасает» жизнь многим водным организмам.;
- высокое поверхностное натяжение – жизнь на поверхности гидросферы, передвижение растворов по сосудам растений.
- это среда для протекания биохимических реакций,
- средство транспортировки веществ в клетках (диффузия) и в организме (кровообращение),
- образование клеточных структур (обеспечивает осмотическое и тургорное давление),
- участвует в реакциях гидролиза и фотосинтеза (источник ионов водорода),
- среда для оплодотворения,
- и др.

1. транспортная
2. метаболическая
3. участвует в образовании смазывающих жидкостей (в суставах, плевре и т.д.), слизей (облегчают передвижение веществ по кишечнику, дыхательным путям), секретов (слюна, слезы, желчь и т.д.)

Минеральные вещества.

Все химические элементы участвуют в построении организма либо диссоциированном состоянии в виде ионов, либо в составе тех или иных соединений (в соединениях с белками, углеводами и липидами).

- Из катионов важны калий (K^+), натрий (Na^+), кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}).
- А из анионов большая роль в жизнедеятельности принадлежит $H_2PO_4^-$, Cl^- , HCO_3^- .

Концентрация ионов в клетке и окружающей ее среде неодинакова. Например, содержание калия в клетке в 10 раз выше, чем в межклеточном пространстве. Катионов натрия, наоборот, меньше в клетке. Снижение концентрации K^+ в клетке приводит к уменьшению содержания в ней воды, количество которой возрастает в межклеточном пространстве параллельно с увеличением натрия.

Концентрация ионов в клетке и окружающей ее среде неодинакова. Например, содержание калия в клетках в десятки раз выше, чем в межклеточном пространстве. Катионов натрия, наоборот, в 10 раз меньше в клетке, чем вне ее. Снижение концентрации K^+ в клетке приводит к уменьшению содержания в ней воды, количество которой возрастает в межклеточном пространстве тем больше, чем выше в межклеточной жидкости концентрация Na^+ . Уменьшение содержания катионов Na^+ в межклеточном пространстве приводит к уменьшению в нем содержания воды.

Неравномерное распределение ионов калия и натрия с наружной и внутренней стороны мембран нервных и мышечных клеток обеспечивает возможность возникновения и распространения электрических импульсов.

От концентрации солей в клетке зависят буферные свойства цитоплазмы – т.е. способность клетки сохранять определенную концентрацию водородных ионов. В клетке поддерживается слабощелочная среда (рН 7,2).

Анионы слабых кислот внутри клетки способствуют сохранению определенной концентрации водородных ионов (рН). В клетке поддерживается слабощелочная реакция (рН 7,2).

Нерастворимые минеральные соли, например фосфорнокислый кальций, обеспечивают прочность костной ткани позвоночных.

Органические вещества

Органические соединения представляют собой крупные молекулы, называемые полимерами, которые состоят из многих повторяющихся единиц (мономеров). К органическим полимерным соединениям относят углеводы, жиры, белки, нуклеиновые кислоты и АТФ.

Это высокомолекулярные соединения, обладающие:

- высокой молекулярной массой,
- способностью образовывать пространственные и надмолекулярные структуры,
- разнообразием строения и свойств.

Углеводы. Общая формула $C_n(H_2O)_n$.

В клетках растений углеводы синтезируются в хлоропластах в процессе фотосинтеза из CO_2 и H_2O при действии солнечного света. В организм животных поступают с пищей.

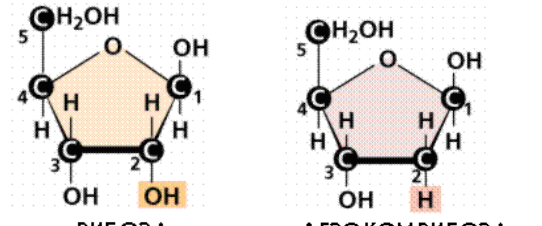
Строение и свойства.

Состоят из углерода, водорода и кислорода. Это большая группа органических соединений, присутствующих во всех живых клетках.

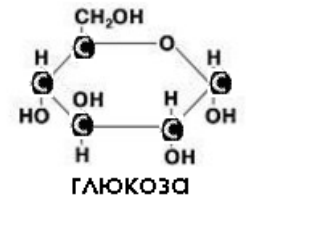
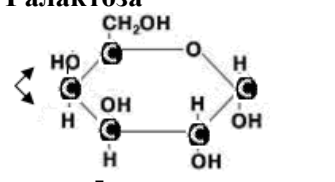
Углеводы подразделяют на три группы:

1. Простые углеводы или моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза, манноза).

Моносахариды — мономеры углеводов — бесцветные, твердые кристаллические вещества, легко растворимые в воде, обладающие сладким вкусом. Это простые сахара, состоящие из одной молекулы и имеющие формулу $(CH_2O)_n$, где n — любое число от трех до семи.

 <p>РИБОЗА ДЕЗОКСИРИБОЗА</p>	<p>В зависимости от числа углеродных атомов в молекуле различают триозы (3C) - глицеральдегид, тетрозы (4C) - эозитроза, <u>пентозы (5C) – рибоза и дезоксирибоза, входящие в состав нуклеиновых кислот и АТФ</u>, гексозы (6C) – глюкоза, фруктоза и гептозы (7C).</p>
--	---

Триозы ($C_3H_6O_3$), например глицеральдегид и дигидроксиацетон, играют роль промежуточных продуктов в процессе дыхания, участвуют в фотосинтезе. Тетрозы ($C_4H_8O_4$) встречаются у бактерий. Пентозы ($C_5H_{10}O_5$), например, рибоза — входит в состав РНК, а дезоксирибоза — в состав ДНК. К гексозам ($C_6H_{12}O_6$) относят, например, глюкозу, фруктозу и галактозу.

<p>Глюкоза, или виноградный сахар</p>  <p>ГЛЮКОЗА</p>	<p>— первичный и главный источник энергии для клеток. В крови поддерживается определенная концентрация глюкозы. Снижение ее уровня в крови влечет за собой немедленное нарушение жизнедеятельности нервных и мышечных клеток, сопровождающееся судорогами, обморочным состоянием и даже смертью. Уровень содержания глюкозы в крови регулируется сложным механизмом нервной системы и желез внутренней секреции. Она входит в структуру почти всех клеток органов и тканей, регулирует осмотическое давление (осморегуляция – процесс, обеспечивающий относительное постоянство концентрации активных веществ во внутренней среде клетки, в организме). В свободном состоянии глюкоза встречается в растениях и животных организмах. Она входит в состав важнейших ди- и полисахаридов.</p>
<p>Галактоза</p>  <p>Галактоза</p>	<p>– пространственный изомер глюкозы, который отличается от нее только расположением гидроксильной группы и водорода у 4-го углеродного атома. Она входит в состав лактозы – молочного сахара, а также некоторых полисахаридов. В печени и других органах галактоза превращается в глюкозу.</p>
<p>Фруктоза, или фруктовый сахар</p>	<p>содержится в зеленых частях растений, плодах, в меде, участвует в поддержании тургора растительных клеток, она значительно слаще других Сахаров. Фруктозу применяют в пищевой промышленности как заменитель сахара, т.к. путь распада фруктозы в организме короче, чем глюкозы ее применяют в медицине при питании больных сахарным диабетом. Особенно много ее в меде, сахарной свекле, фруктах.</p>

Глюкоза, фруктоза и галактоза участвуют в образовании дисахаридов, которые в свою очередь синтезируются в результате реакции конденсации между двумя моносахаридами (гексозами) с потерей молекулы воды. Формула дисахаридов $C_{12}H_{22}O_{11}$. Среди них наиболее широко распространены сахароза, лактоза и галактоза.

2. Сложные углеводы – это полимеры, состоящие из моносахаридов, соединенных гликозидной связью.

- Дисахариды (полисахариды первого порядка)– из двух моносахаридов:

- **Сахароза** - пищевой или тростниковый сахар, состоит из глюкозы и фруктозы. Хорошо знакомый нам тростниковый или свекловичный сахар, синтезируется в растениях и содержится в семенах, ягодах, клубнях и плодах. Она состоит из глюкозы и фруктозы, легко растворима в воде и имеет сладкий вкус. Очень широко распространен в природе и играет огромное значение в питании человека и животных. Хорошо растворим в воде. В пищевой промышленности ее получают из сахарного тростника или сахарной свеклы.
- **Лактоза** или молочный сахар – состоит из глюкозы и галактозы. Входит в состав молока. Этот дисахарид находится в молоке и является основным источником энергии для детенышей млекопитающих. Используется в микробиологической промышленности для приготовления питательных сред.
- **Мальтоза** или солодовый сахар, образуется из крахмала в процессе его переваривания в организме животных. Под действием ферментов она разлагается на две молекулы глюкозы. Мальтоза основной структурный элемент крахмала и гликогена.

- Олигосахариды (включают от 2 до 10 моносахаридов),

- Полисахариды (сотни и тысячи моносахаридов) – не имеют сладкого вкуса: крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин.

Полисахариды (простые, полисахариды второго порядка) образуются в результате реакции конденсации большого числа моносахаридов.

К простым полисахаридам относят крахмал, гликоген, целлюлозу и хитин.

Крахмал. Крахмал – полимер глюкозы. У растений крахмал служит главным запасом «горючего», содержится в большом количестве в клубнях картофеля, плодах семена, где откладывается в запас в виде крахмальных зерен. Находится в виде зернышек слоистого строения, нерастворимых в холодной воде. В горячей воде крахмал образует коллоидный раствор, называемый в быту крахмальным клейстером. Количество остатков глюкозы в молекуле крахмала исчисляется несколькими тысячами. Его общая формула $(C_6H_{12}O_6)_n$, где n количество глюкозных остатков.

Гликоген. Это полисахарид, содержащийся в тканях тела животных и человека, а также в грибах. У позвоночных гликоген главным образом содержится в печени и мышцах, иными словами, в местах наиболее высокой метаболической активности, где он служит источником глюкозы, используемой в процессе дыхания. По своему строению гликоген схож с крахмалом, но его цепи ветвятся несколько сильнее. В клетках мышц и печени гликоген откладывается в виде крошечных гранул, которые бывают связаны с гладкой ЭПС. При расщеплении гликогена выделяется глюкоза, необходимая организму как источник энергии.

Целлюлоза. Целлюлоза или клетчатка является полимером глюкозы. Целлюлоза – это главный полисахарид клеточной стенки растений и составляет 20 – 40% материала, из которого построена клеточная стенка. Строение волокон целлюлозы делает их как нельзя лучше приспособленными для этой роли. Они представляют собой длинные цепи - приблизительно из 10000 остатков глюкозы. Из каждой цепи выступают наружу множество – ОН-групп. Эти группы направлены во все стороны и образуют водородные связи между цепями, что обеспечивает жесткое поперечное сшивание всех цепей. Клетчатка нерастворима в воде.

Кроме того, что целлюлоза является одним из структурных компонентов клеточной стенки, она служит также пищей для некоторых бактерий, животных и грибов. Фермент целлюлаза, который расщепляет целлюлозу до глюкозы, сравнительно редко встречается в природе. Поэтому большинство животных, в том числе и человек, не могут использовать целлюлозу как источник глюкозы. Такой фермент вырабатывают бактерии, которые являются симбионтами жвачных животных.

Хотя человек не может использовать клетчатку в качестве источника глюкозы, ее присутствие в рационе питания необходимо, так как целлюлоза улучшает работу кишечника и стимулирует выведение шлаков из организма.

Хитин близок по структуре к целлюлозе. Он встречается у грибов, у членистоногих и других беспозвоночных животных. У грибов хитин входит в состав клеточных стенок, придавая им прочность. У членистоногих он образует прочный наружный скелет.

Сложные полисахариды образуются в результате взаимодействия углеводов с липидами. Например, гликолипиды входят в состав мембран. К сложным полисахаридам относят также соединения углеводов с белками (гликопротеиды). Например, гликопротеиды входят в состав слизи, выделяемой железами желудочно-кишечного тракта.

Функции углеводов.

Структурная	они входят в состав оболочек клеток, наружного скелета членистоногих.
Защитная	Рецепторы (гликолипиды, гликопротеины) тканевой совместимости. Хитиновый покров членистоногих. Секреты (слизь), выделяемые различными железами, содержат много углеводов и их производных. Они предохраняют стенки полых органов (бронхи, желудок, кишечник) от механических повреждений. Обладая антисептическими свойствами, слизь защищает организм от проникновения болезнетворных бактерий.
Запасающая	питательные вещества откладываются в запас в клетках: гликоген – у животных, крахмал – у растений.
Строительная	моносахариды, первичные продукты фотосинтеза, служат исходным материалом для построения различных органических веществ: ДНК, РНК, АТФ.
Энергетическая	60 % энергии организм получает при распаде углеводов. При расщеплении 1 г углеводов выделяется 17,6 кДж энергии.

Липиды. Это жиры и жироподобные органические соединения, которые наряду с белками и углеводами обязательно присутствуют в клетках. Наиболее распространены нейтральные жиры, воска, стероиды, фосфолипиды.

Жиры (нейтральные жиры, триглицериды) представляют собой соединения

- **глицерина** (трехатомного спирта)
- и высокомолекулярных **жирных кислот**.

$\begin{array}{l} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—} \end{array} - \text{R}_1 \\ \\ \text{CH} - \text{O} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—} \end{array} - \text{R}_2 \\ \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—} \end{array} - \text{R}_3 \end{array}$	<p>R₁, R₂, R₃ – радикалы жирных кислот.</p> <p>Жирные кислоты могут быть:</p> <ol style="list-style-type: none">1) насыщенными (твердые) – не содержат двойных связей: пальмитиновая, стеариновая, масляная (говяжий, свиной жир),2) ненасыщенными (непредельные) (жидкие) – содержат двойные связи: олеиновая, линолевая (подсолнечное масло, рыбий жир).
--	--

Состав жирных кислот в клетках у пресноводных рыб, обитающих в средних широтах, зависит от температуры окружающей среды. Летом в клетках бывает больше ненасыщенных, а зимой – насыщенных жирных кислот. В клетках теплокровных животных насыщенных жирных кислот больше чем их в клетках холоднокровных.

Физические и химические свойства жиров определяются качественным составом жирных кислот и их количественным соотношением. Растительные жиры, например подсолнечное, оливковое масла, содержат ненасыщенные жирные кислоты. Они остаются жидкими при комнатной температуре. В состав животных жиров, например свиного сала, входят насыщенные жирные кислоты и поэтому они плавятся при более высоких температурах. Нейтральные жиры содержатся в виде отдельных капель в цитоплазме клеток. В клетках жировой ткани они заполняют почти всю цитоплазму.

Физические свойства жиров:

- Жиры нерастворимы в воде,
- но хорошо растворяются в органических растворителях (в эфире, спирте, бензине, бензоле, хлороформе и др.).

Классификация липидов:

1. Простые липиды – представляют собой эфиры спирта и жирных кислот (триглицериды): витамин D, А, К, Е, половые гормоны, воск и т.д.

Воска — это сложные эфиры жирных кислот и многоатомных спиртов. Кожные железы животных способны вырабатывать воска, предохраняющие шерсть и перья от намокания. Пчелы строят соты из воска. У растений воска образуют защитный слой на поверхности плодов и листьев.

2. Сложные липиды – соединения эфиров спирта, жирных кислот и других веществ.

К ним относятся: фосфолипиды - липиды, содержащие фосфатную группу (основные компоненты мембран); липопротейды – соединения липидов и белков; и др..

Стероиды не содержат жирных кислот и имеют определенную структуру. Они входят в состав желчных кислот, половых и адренокортикотропных гормонов, витамина D. Предшественником в синтезе этих веществ является холестерин. Как структурный компонент он входит в состав всех мембран.

Соединения липидов с углеводами называются – гликолипидами. Липиды, соединяясь с глюкозой, образуют гликозиды. Например, из растения наперстянки получают дигиталис (комплекс гликозидов), который используют при лечении заболеваний сердца.

К жироподобным веществам относят пигменты, например каротиноиды; вещества, от которых зависит аромат эфирных масел растений, например ментол у мяты.

Функции липидов.

Структурная	они входят в состав клеточных мембран.
Защитная	слой жира защищает организм от переохлаждения, механических ударов и сотрясений.
Жиры — источник эндогенной воды	при окислении 10 г жира выделяется 11 г воды. Животные, обитающие в пустынях (верблюды) или впадающие в спячку (сурки, суслики), имеют большие запасы жира и могут обходиться без воды длительное время.
Регуляторная	стероидные гормоны, например, кортикостерон, андрогены, эстрогены и другие, регулируют биохимические и физиологические процессы, происходящие в организме.
Энергетическая	при полном распаде 1 г жира до диоксида углерода и воды выделяется 38,9 кДж энергии, что примерно в 2 раза больше чем при распаде углеводов и белков. Они обеспечивают 25-30% Энергии, необходимой организма.
Запасающая	это своего рода энергетические «консервы» - жировые депо.
Терморегуляция	Жиры плохо проводят тепло. Они откладываются под кожей - подкожно-жировая клетчатка. У некоторых организмов, напр. У китов, достигает 1м. это позволяет теплокровному организму жить в холодной воде. У некоторых организмов есть специальная жировая ткань – «бурый жир» (из-за большого кол-ва митохондрий), которая в основном играет теплорегулирующую функцию.
Выделительная	У насекомых – «жировое тело».

Белки. Это - высокомолекулярные биополимерные органические соединения, определяющие структуру и жизнедеятельность клетки и организма в целом. Мономерами белков являются аминокислоты.

Их количество велико, поэтому белки – это самые большие полимеры.

В состав белков (аминокислот) входят **углерод, кислород, водород и азот**; некоторые белки содержат серу.

Мономерами белков являются аминокислоты.

Линейная длина 1 аминокислотного остатка:

$$1 \text{ АК} = 0,35 \text{ нм (нанометров)} = 3,5 \text{ \AA (ангстрем)}.$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м} = 10^{-8} \text{ см} = 0,1 \text{ нм (нанометров)}.$$

Средняя молекулярная масса 1 аминокислотного остатка:

$$M_r \text{ АК} = 110 \text{ а.е.м. (атомная единица массы) или Da (Дальтон)}.$$

В образовании белков принимают участие **20 аминокислот**.

Аминокислоты по существу представляют собой производное органической кислоты, в котором водород в α -положении замещен на аминогруппу (NH_2).

Классификация аминокислот:

1. моноаминомонокарбоновые. Глицин (гли), аланин (ала), Валин (вал), лейцин (лей), изолейцин (иле).
2. моноаминодикарбоновые. Глутаминовая кислота (глу), аспарагиновая кислота (асп).
3. диаминомонокарбоновые. Аргинин (арг), лизин (Лиз), оксализин (Оли).
4. гидроксилсодержащие. Треонин (тре), серин (сер).
5. серосодержащие: цистин (цис), метионин (мет).
6. ароматические. Фенилаланин (фен), тирозин (тир).
7. гетероциклические. Триптофан (три), пролин (про), оксипролин (опр), гистидин (Гис).

Восемь из 20 аминокислот, встречающихся в природных белках, являются **незаменимыми** для человека (они не синтезируются в клетках человека): валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, лизин, метионин.

В состав молекулы каждого белка входят определенные аминокислоты в свойственном этому белку количественном соотношении и порядке расположения в полипептидной цепи.

Аминокислота имеет следующую формулу:

$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	<p><u>В состав аминокислот входят:</u> NH₂ — аминогруппа, обладающая <u>основными свойствами</u>; COOH — карбоксильная группа, имеющая <u>кислотные свойства</u>. R – радикал (20 вариантов). Аминокислоты отличаются друг от друга своими радикалами R</p>
--	--

Аминокислоты являются **амфотерными соединениями**.

Амфотерность – это способность химических соединений, в зависимости от условий, проявлять либо основные, либо кислотные свойства.

Физические свойства: бесцветны, кристаллические, растворимы в воде, нерастворимы в органических растворителях.

Сложность строения белков и чрезвычайное разнообразие их функций затрудняют создание единой классификации белков на основании, какого-либо одного признака.

Строение белков.

По структуре белки могут быть:

- Фибриллярными – полипептидные нитевидные цепи, плохо растворимые в воде (кератин волос м рогов, миозин мышц, коллаген костей, фибриноген крови).
- Глобулярные – полипептидные цепи сложены в форме шара, водорастворимые (протеины плазмы крови, ферменты).

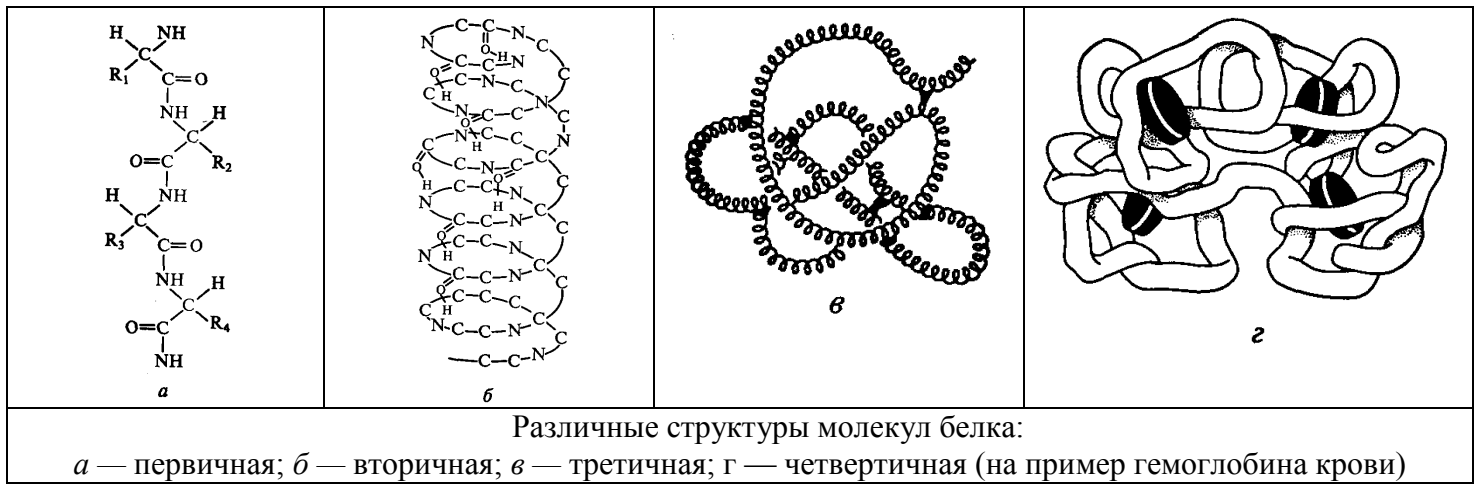
По строению белки бывают

- Простыми - состоят из аминокислот, например альбумины, глобулины, фибриноген, миозин и др.
- Сложными – в их состав кроме аминокислот входят и другие органические соединения, например жиры и углеводы, образуя липопротеиды, гликопротеиды и др.

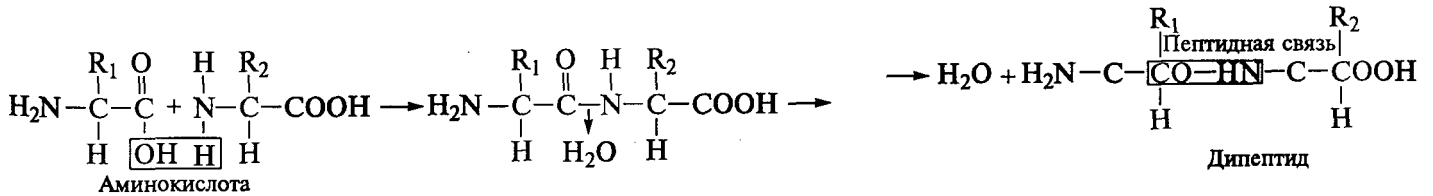
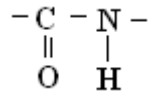
В клетке находятся свободные аминокислоты, составляющие аминокислотный фонд, за счет которого происходит синтез новых белков. Этот фонд пополняется аминокислотами, постоянно поступающими в клетку (в результате расщепления белков пищи пищеварительными ферментами) и образующимися в ней при расщеплении белков.

Каждому белку свойственна своя особая геометрическая форма, или конформация.

При описании трех мерной структуры белков рассматривают обычно четыре уровня организации их молекул: первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуру.



Под первичной структурой белка понимают линейную структуру из определенного числа и последовательности аминокислот, соединенных между собой **пептидными (-NH-CO-) связями** (между карбоксильной группой и аминогруппой) в полипептидной цепи согласно реакции конденсации. Это ковалентная самая прочная связь. Последовательность аминокислот закодирована в ДНК.



Первым белком, у которого была определена последовательность аминокислот в 1954 г., является гормон **инсулин**. В молекулу инсулина входит 51 АМК, а молекулярная масса этого белка составляет 5733. В настоящее время процесс определения аминокислотного состава белков, автоматизирован и теперь первичная структура известна уже для нескольких сотен белков. В организме человека встречается свыше 10 000 различных белков. (например, белок рибонуклеаза, выполняющий ферментативную функцию).

Для всякого белка, помимо первичной, характерна еще и определенная **вторичная структура**.

Это спиральная структура формируется за счет **водородных связей** между группами -C=O - одного витка спирали и N-H - на другом витке.

Обычно белковая молекула представляет собой растянутую пружину. Эта спираль удерживается множеством **водородных связей**. Полностью спиральную конформацию, и, следовательно, фибриллярную структуру имеет белок кератин. Это структурный белок волос, шерсти, ногтей, клюва, перьев и рогов. А также коллаген имеет спирализованную форму, - эти белки представляют собой исключение среди прочих белков.

Существуют два типа вторичной структуры:

α - спираль - спирально закрученная полипептидная цепь. Такую структуру имеют все белки-ферменты.

β - слоистая структура, образованная из нескольких параллельно расположенных полипептидных цепей, связанных водородными связями. Такую структуру имеют фиброзин шелка, кератин волос.

У большинства белков полипептидные цепи свернуты особым образом в компактную глобулу - глобулярный белок. Способ свертывания полипептидных цепей глобулярных белков называется третичной структурой.

Третичная структура поддерживается всеми видами связей перечисленных выше (**ионными**, водородными, **дисульфидными S-S**), а также **гидрофобными** взаимодействиями. Она характерна для большинства белков.

При образовании третичной структуры белок сворачивается в глобулу таким образом, что его гидрофобные боковые цепи оказываются внутри глобулы, а гидрофильные наружу. Все глобулярные белки - ферменты, антитела, гормоны.

Если укладка идет в пучки нитей - фибриллярные белки. Именно эта структура разрушается под влиянием солей тяжелых металлов (ртути, мышьяка, свинца).

Многие сложные белки состоят из нескольких полипептидных цепей и только в таком состоянии способны нормально функционировать. Такие полимеры, в которых мономерами являются макромолекулы, называются **четвертичной структурой белка**.

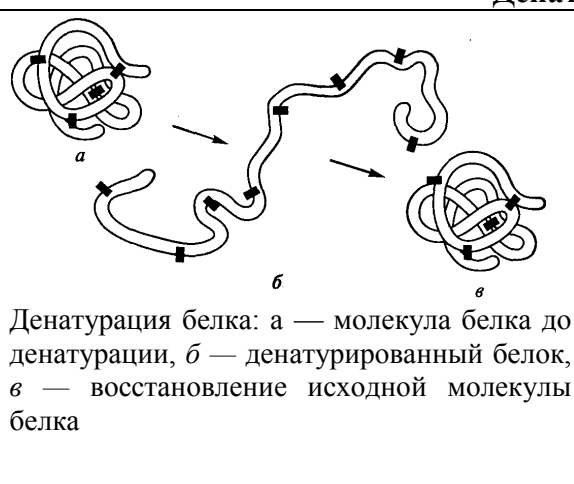
Например, белок гемоглобин состоит из 4 субъединиц (полипептидных цепей). Замена одной аминокислоты приводит к изменению свойств белка. В молекуле гемоглобина около 300 аминокислот. Замена одной из них — глутаминовой кислоты — валином, изменяет свойства гемоглобина. Люди с таким аномальным гемоглобином страдают наследственным заболеванием — серповидноклеточной анемией.

Белки, состоящие только из полипептидных цепей – **протеины**.

Сложные белки кроме полипептидных цепей содержат также небелковый компонент – **протеиды**. Напр. хромопротеид – гемоглобин +гемм (органическое вещество с железом), липопротеид - + липиды.

Свои нативные свойства - то есть свойства присущие живой материи, белки способны проявлять только в третичной и четвертичной структуре.

Денатурация и ренатурация белков.



Под воздействием высокой температуры, кислот и других факторов четвертичная, третичная и вторичная структуры белковых молекул разрушаются. Это явление называют **денатурацией**.

Степень денатурации белка зависит от вида и интенсивности воздействия на него различных факторов: чем интенсивнее воздействие, тем глубже денатурация. Последняя может быть обратимой и необратимой. В первом случае денатурированный белок восстанавливает свою структуру. Этот процесс называется **ренатурацией**.

Восстановление возможно лишь тогда, когда не разрушена **первичная структура**.

Свойство белков полностью восстанавливать утраченную структуру используется для приготовления медицинских препаратов, например сывороток и вакцин. При необратимой денатурации происходит разрыв пептидных связей в первичной структуре белка, например свертывание яичного белка при кипячении яиц. Если наступили необратимые изменения, белки теряют свои нативные свойства, становятся химически инертными, обмен веществ в цитоплазме прекращается и клетка гибнет. Разрушение первичной структуры белка, разрыв его полипептидной цепочки называют деградацией.

Каждый живой организм содержит большое число различных белков. Они отличаются видовой специфичностью, т.е. каждый вид животных имеет свои белки. Даже белки, выполняющие одну и ту же функцию у разных животных, отличаются друг от друга. Например, у всех позвоночных животных — рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих — в красных клетках крови присутствует белок гемоглобин, выполняющий одну и ту же функцию — транспорт кислорода. Но структура и свойства гемоглобина у каждого вида животных отличаются, что связано с индивидуальной специфичностью белков. В одном и том же организме каждая ткань имеет свои белки — это тканевая специфичность.

Функции белков.

Каталитическая (ферментативная)	белки служат катализаторами биохимических реакций, в их роли выступают ферменты , которые ускоряют биохимические реакции, но не входят в состав конечных продуктов. Они строго специфичны: каждый фермент катализирует соответствующий тип реакций, в которых участвуют определенные виды молекул субстратов (веществ, на которые действуют ферменты). Молекула любого фермента имеет один или несколько участков, называемых активными центрами, к которым могут прикрепляться молекулы субстрата. Специфичность фермента связана с особенностями структуры его активного центра, строго соответствующего структуре определенного субстрата. Они подходят друг к другу как «ключ к замку». В ходе реакции фермент связывает субстрат. Действие ферментов живой клетки строго согласованно; продукты одной ферментативной реакции подготавливают вступление в действие следующей. Активность фермента зависит от ряда факторов: температуры, реакции среды, наличия коферментов (соединений небелковой природы), представляющих собой производные витаминов, ионы металлов переменной валентности (железо, медь) и т.д. Оптимальная температура для действия ферментов у теплокровных животных 37—40 °С. Название фермента включает название субстрата и окончание «-аза», например, амилаза расщепляет крахмал до глюкозы, липаза расщепляет жиры до глицерина и жирных кислот.
Структурная	белки входят в состав биологических мембран, мембранных органелл клетки, костей, волос, сухожилий и т.д.

Рецепторная	белки-рецепторы способны воспринимать сигналы из внешней среды и передавать их в клетку.
Транспортная	белок гемоглобин переносит кислород крови; белки-переносчики транспортируют различные вещества через биологические мембраны.
Защитная	белки иммуноглобулины, входящие в состав антител, узнают и обезвреживают чужеродные белки, интерферон подавляет развитие вирусов, фибриноген обеспечивает свертываемость крови.
Двигательная (сократительная)	белки актин и миозин участвуют в сокращении мышечных волокон.
Регуляторная (гормональная)	гормоны поджелудочной железы инсулин и глюкагон регулируют уровень глюкозы в крови.
Энергетическая	при расщеплении 1 г белка выделяется 17,6 кДж энергии, которая используется клеткой.
Токсическая	Яд змей, пауков, насекомых.
Запасающая	Яичный альбумин, казеин молока, эндосперм семян.

Нуклеиновые кислоты

Это природные высокомолекулярные органические биополимеры, обеспечивающие хранение и передачу наследственной информации.

Макромолекулы нуклеиновых кислот состоят из многократно повторяющихся звеньев **мономеров - нуклеотидов**. Поэтому их называют также полинуклеотидами. Важнейшей характеристикой нуклеиновых кислот является их нуклеотидный состав.

Впервые они были описаны в 1869г швейцарским биохимиком Фридрихом Мишером. Он выделил ее из остатков клеток, содержащихся в гное, и назвал это вещество – нуклеином (от лат. nucleus – ядро).

В состав нуклеотида - структурного звена нуклеиновых кислот - входят три составные части:

Азотистое основание	В состав <u>каждого нуклеотида</u> входит <u>одно из 5-ти азотистых оснований</u> . Азотистые основания могут быть производными пурина или пиримидина: <ul style="list-style-type: none"> • <u>пуриновые</u>: аденин и гуанин; • <u>пиримидиновые</u>: тимин, урацил и цитозин. Азот, содержащийся в кольцах, придает молекулам основные свойства.
Углевод (моносахарид, пентоза, сахар)	Сахар, входящий в состав нуклеотида, содержит <u>пять углеродных атомов</u> , т.е. представляет собой пентозу. В зависимости от вида пентозы, присутствующей в нуклеотиде, различают два вида нуклеиновых кислот: <ul style="list-style-type: none"> – рибонуклеиновые кислоты (РНК), которые содержат рибозу, – и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК), содержащие дезоксирибозу (на один атом кислорода меньше).
Остаток фосфорной кислоты.	Нуклеиновые кислоты являются кислотами потому, что в их молекулах содержится фосфорная кислота.



Состав и строение ДНК

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота – является носителем генетической информации.

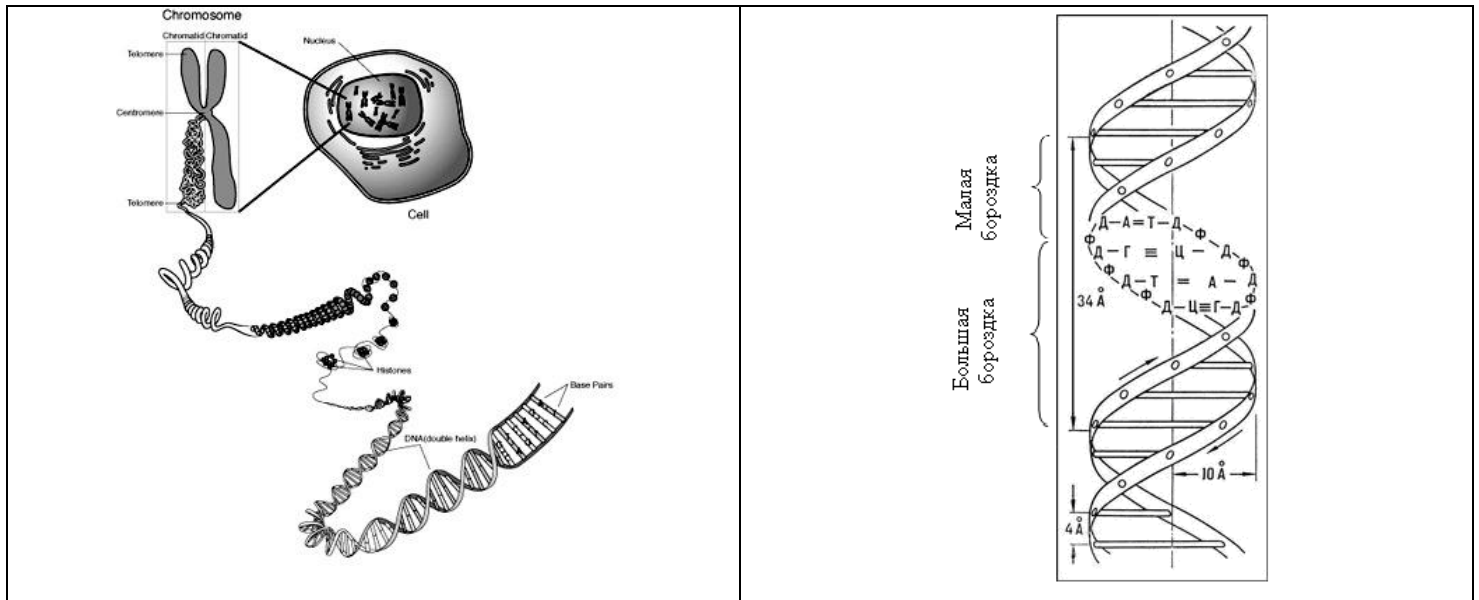
Представляет собой **двух цепочный антипараллельно закрученный линейный полимер**, мономером которого является **дезоксирибонуклеотид**.

Состав дезоксирибонуклеотида:

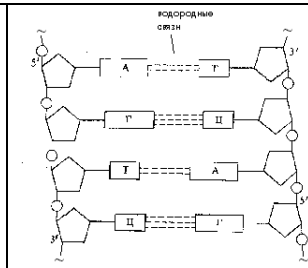
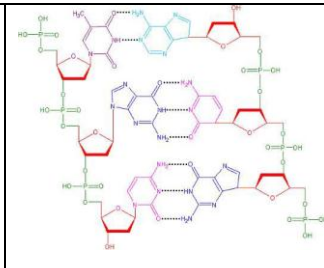
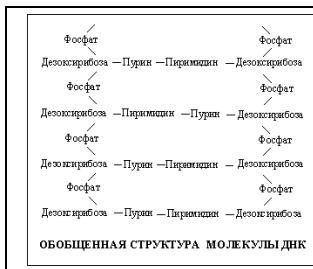
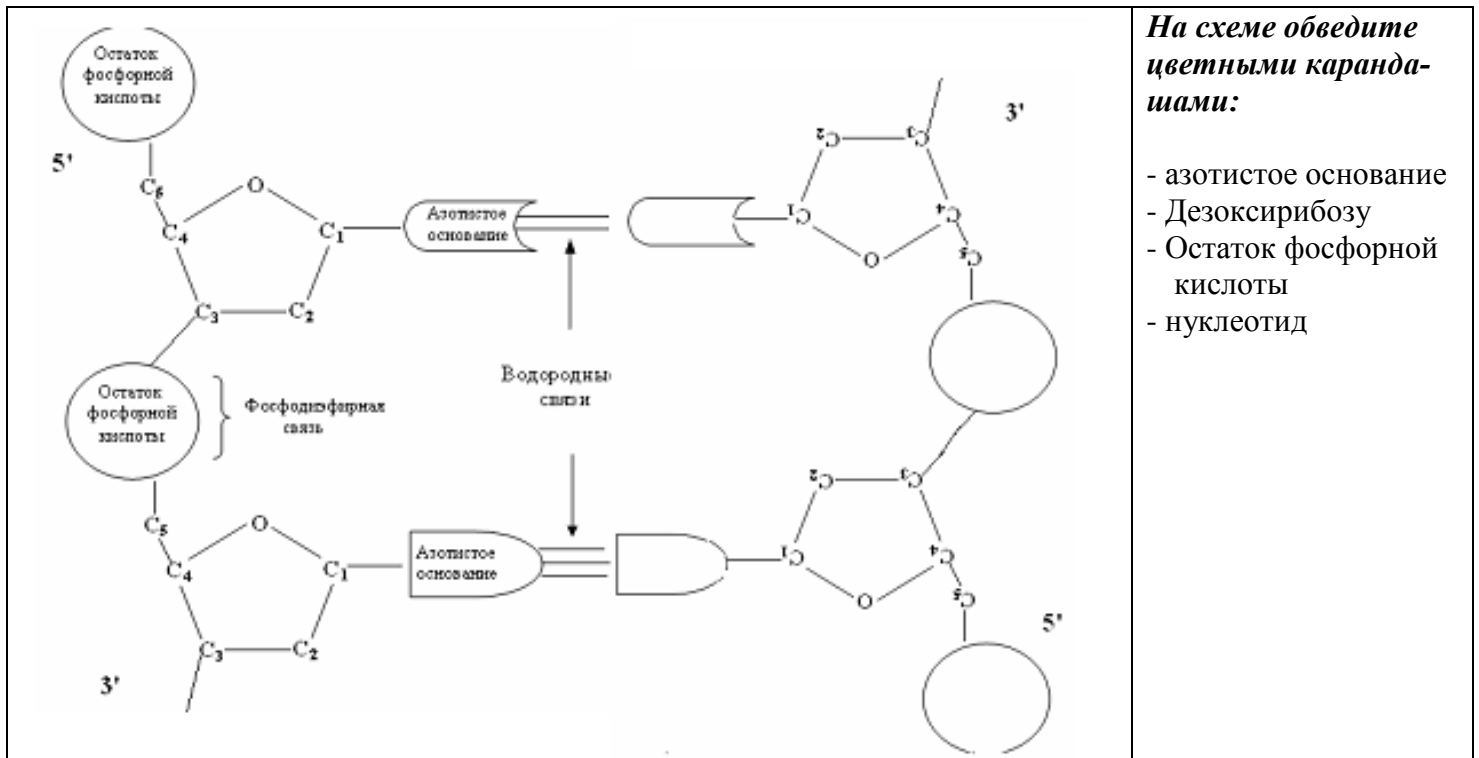
Углевод	Азотистое основание	Остаток фосфорной кислоты
дезоксирибоза	Одно из 4-х азотистых оснований: аденин (А) или тимин (Т), цитозин (Ц) или гуанин (Г);	

Строение ДНК

<p>Макромолекулярная структура ДНК предложена в 1953 г. Джеймс Уотсон и Френсис Крик</p>	<p>Согласно данной модели: ДНК – это <u>двухцепочный антипараллельно</u> (т.е. 3'-концу одной цепи соответствует 5'-конец другой и наоборот) <u>спирально</u> закрученный (две цепи между собой и вся молекула вокруг своей оси) <u>полимер</u>.</p> <p><u>Объединяются две цепи</u> в одну молекулу при помощи водородных связей, возникающих между <u>азотистыми основаниями</u>, входящими в состав нуклеотидов, образующих <u>разные цепи</u>.</p> <p>Количество таких связей между разными азотистыми основаниями неодинаково и вследствие этого они могут соединяться только <u>попарно</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • азотистое основание А одной цепи полинуклеотидов всегда связано двумя водородными связями с Т другой цепи (А=Т), • а Г - тремя водородными связями с азотистым основанием Ц противоположной полинуклеотидной цепочки (Г≡Ц). <p>Такая способность к <u>избирательному соединению</u> нуклеотидов называется комплиментарностью. Комплиментарное взаимодействие нуклеотидов приводит к образованию <u>пар нуклеотидов</u>.</p> <p>В полинуклеотидной цепочке <u>нуклеотиды одной цепи связаны</u> между собой через сахар и остаток фосфорной кислоты - <u>фосфодиэфирными ковалентными связями</u>.</p> <p>Диаметр и шаг спирали постоянны на протяжении всей ДНК. На один виток приходится 10 пар нуклеотидов.</p> <p>Азотистые основания находятся внутри, а углеводы и остатки фосфорной кислоты к наружи.</p> <p>1 ДНК= 1 Хромосома. Суммарная длина ДНК ядра клетки человека – около 2 м.</p>
---	--

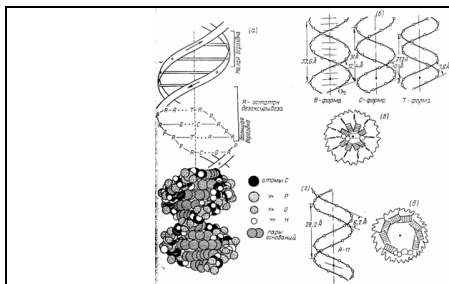


<p>Правила Чаргаффа (1949г)</p>	<p>Исследуя нуклеотидный состав нативных ДНК различного происхождения, он обнаружил следующие закономерности.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Число пуриновых нуклеотидов (А+Г) равно числу пиримидиновых (Т+Ц). Все ДНК независимо от их происхождения содержат одинаковое число пуриновых и пиримидиновых оснований. Следовательно, в любой ДНК на каждый пуриновый нуклеотид приходится один пиримидиновый. 2. Число А=Т, а Г=Ц. Любая ДНК всегда содержит в равных количествах попарно аденин и тимин, гуанин и цитозин, что обычно обозначают как А=Т и Г=С. Из этих закономерностей вытекает третья. 3. А+Ц=Г+Т Количество оснований, содержащих аминогруппы в положении 4 пиримидинового ядра и 6 пуринового (цитозин и аденин), равно количеству оснований, содержащих оксо-группу в тех же положениях (гуанин и тимин), т. е. А+С=Г+Т. <p>Эти закономерности получили название правил Чаргаффа. Число пуриновых оснований в ДНК всегда равно числу пиримидиновых, количество Тимина равно количеству аденина, а гуанина – количеству цитозина.</p>
<p>Локализация ДНК в клетке</p>	<p>98-99% - ДНК находится в ядре клетки, и 1-2% - в цитоплазме (это плазмиды в митохондриях, хлоропластах). У прокариот – нуклеоид.</p>
<p>Структурно-функциональное состояние ДНК</p>	<p>ДНК в клетке имеет вид</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <u>хроматина</u> (на стадии интерфазы), <input type="checkbox"/> или <u>хромосом</u> (метафаза деления).
<p>Свойства ДНК</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Репликация – самоудвоение ДНК, • Репарация – самовосстановление ДНК.
<p>Функции ДНК</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Хранение наследственной информации. ➤ Передача наследственной информации дочерним клеткам ➤ Участие в реализации наследственной информации в ходе синтеза белка.



Макромолекулярная структура ДНК

В 1953 г. Джеймс Уотсон (американский биохимик) и Френсис Крик (английский физик), опираясь на известные данные – предложили модель строения ДНК. Согласно их модели, молекула ДНК представляет собой правильную спираль, образованную двумя полидезоксирибонуклеотидными цепями, закрученными относительно друг друга и вокруг общей оси. Диаметр спирали практически постоянен вдоль всей ее длины и равен 1,8 нм (18 А).



Макромолекулярная структура ДНК.

- (а) — Модель Уотсона — Крика;
- (б) — параметры спиралей В-, С- и Т-форм ДНК (проекции перпендикулярно оси спирали);
- (в) — поперечный разрез спирали ДНК в В-форме (заштрихованные прямоугольники изображают пары оснований);
- (г) — параметры спирали ДНК в А-форме;
- (д) — поперечный разрез спирали ДНК в А-форме.

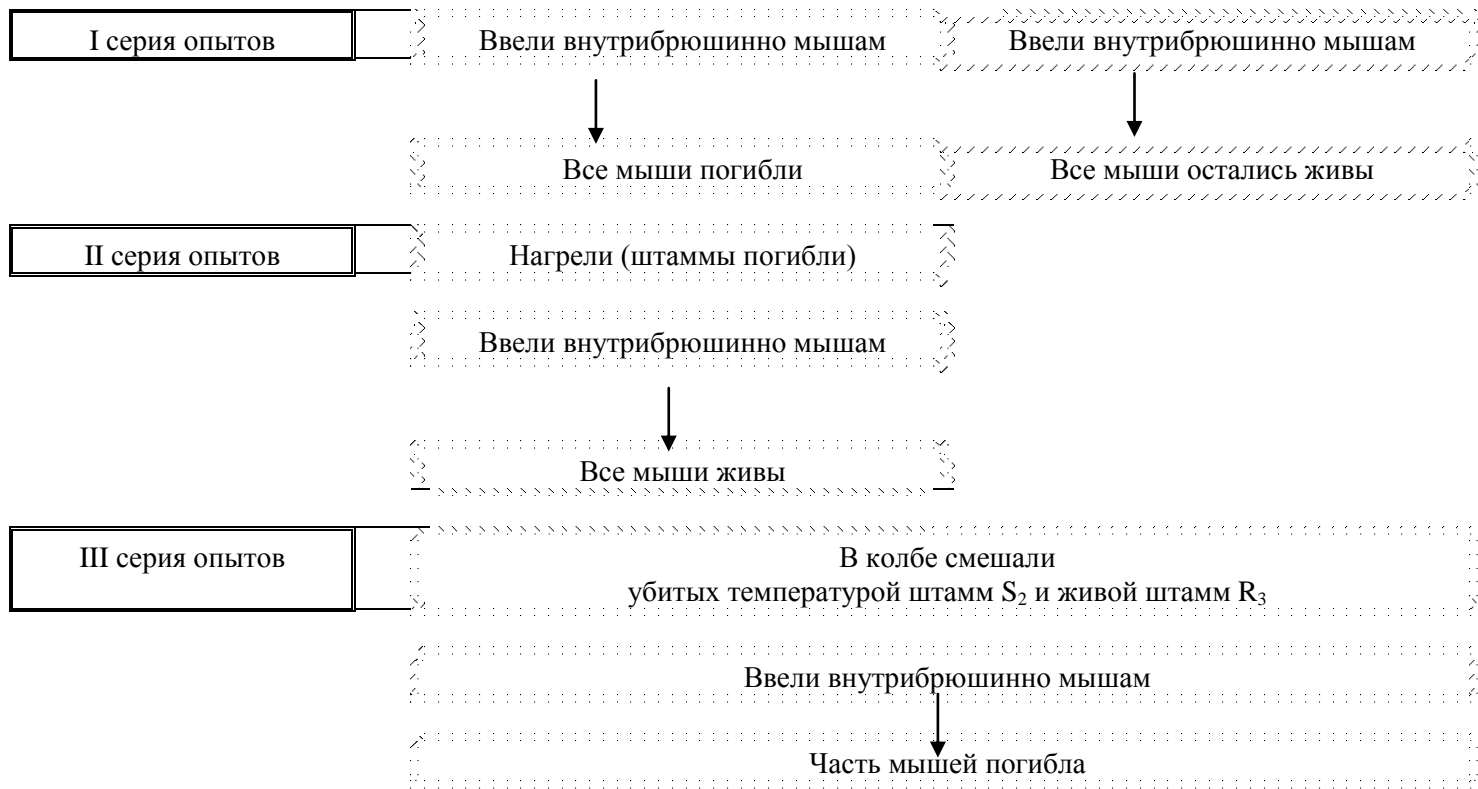
1. Две нити ДНК спирально закручены друг относительно друга и вокруг общей оси. Длина витка спирали, который соответствует ее периоду идентичности, составляет 3,37 нм (33,7 А). **На один виток спирали приходится 10 остатков оснований в одной цепи.**
2. Цепочки ДНК комплиментарны друг другу.
3. Антипараллельны – последовательность межнуклеотидных связей в двух цепях направлены в противоположные стороны – 3' - 5' и 5' - 3'.
4. Азотистые основания находятся внутри.

Доказательства роли ДНК в передаче наследственной информации

Опыты по трансформации и трансдукции.

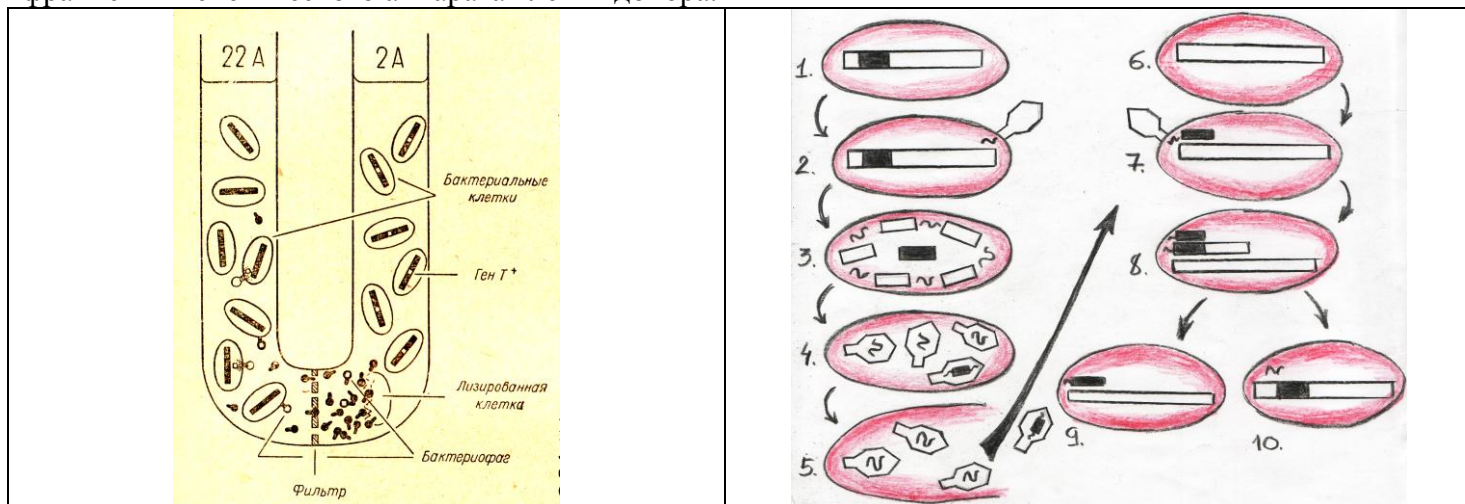
Трансформация - изменение наследственных свойств клетки в результате проникновения в нее чужеродной ДНК. Впервые обнаружил Гриффитс (1928) у пневмококков. Эвери (1944) доказал, что трансформирующим фактором является не белок, а ДНК.

Штамм пневмококка S ₂ :	Штамм пневмококка R ₃ :
Вирулентный (вызывает пневмонию), образующий полисахаридную капсулу, колонии блестящие	Авирулентный (не вызывает пневмонии), без капсулы, колонии матовые



Вывод: у бактерий есть трансформирующий фактор (позже, в 1944г Эвери доказал, что им является ДНК), который привел к приобретению вирулентных свойств штаммами R₃

Трансдукция - перенос генетического материала от одной бактериальной клетки к другой. Переносчиком информации является ДНК – бактериофаг. Вирус передает клетке реципиенту только отдельные фрагменты генетического аппарата клетки донора.



В одно колено U-образной трубки поместили бактерий, способных синтезировать триптофан (T⁺) – 22A, а другое – не способных (T⁻) – 2A. в основании трубки установили фильтр, который не проницаем для бактерий, но проницаем для вирусов (фагов).

До начала опыта во втором колена триптофана не было. Затем в колена с T⁺ бактериями поместили бактериофагов. Они в «внедрили» свою наследственную информацию в ДНК бактерии и стали синтезировать свои вирусные белки. Образуя вирусную частицу (при «выходе» из клетки-бактерии) часть бактериофагов «захватила» ДНК-бактерии, отвечающей за синтез триптофана.

Вирусы пройдя через фильтр в основании трубки, стали внедряться в бактерий Т-. В результате встраивания генетической информации вируса в бактериальную клетку, часть бактерий получила ген, ответственный за синтез триптофана.

В результате реализации информации такие бактерии приобрели способность к синтезу триптофана.

Состав и строение РНК

РНК - рибонуклеиновая кислота (в клетках человека) – это **одноцепочечный** высокомолекулярный **биополимер, мономером** которого является **рибонуклеотид**, состоящий из:

Известны двух- и одноцепочные молекулы рибонуклеиновой кислоты.

- Двухцепочные РНК служат для хранения и воспроизведения наследственной информации у некоторых вирусов, т.е. выполняют у них функции хромосом.
- Одноцепочные РНК осуществляют перенос информации о последовательности аминокислот в белках от хромосомы к месту их синтеза и участвуют в процессах синтеза.

Состав рибонуклеотида:

Углевод	Азотистое основание	Остаток фосфорной кислоты
рибоза	Одно из 4-х азотистых оснований: аденин (А) или урацил (У), цитозин (Ц) или гуанин (Г);	

Виды РНК по выполняемой функции или места нахождения в клетке.

Рибосомальная РНК (рРНК)	<p>Этот вид РНК составляет 85% всей РНК клетки.</p> <p>Это самые крупные РНК, они содержат от 3 до 5 тысяч нуклеотидов.</p> <p>Синтез р-РНК происходит в ядре в области ядрышковых организаторов спутничных хромосом. Соединяясь в ядре с белками они образуют субчастица рибосом (малую и большую), которые соединяясь в цитоплазме образуют работающую рибосому.</p> <p><u>Функция рРНК:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - формирование активных центров рибосом, - обеспечение взаимодействия рибосомы и транспортной РНК.
Информационные или матричные РНК - и(м)-РНК.	<p>Составляет 5% от всей РНК клетки. Это РНК, которая переписывает и передает информацию о первичной структуре белковой молекулы (последовательности аминокислот).</p> <p>Количество зависит от стадии клеточного цикла: увеличивается во время синтеза белков.</p> <p>Размеры различны и зависят от числа аминокислот входящих в состав кодируемого белка.</p> <p>Синтезируются в ядре (у эукариот) в цитоплазме (у прокариот) в процессе транскрипции на определенных участках ДНК – генах.</p> <p><u>Функции и-РНК:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - перенос генетической информации о структуре белка от ДНК к месту синтеза белка на рибосомах.

<p>Транспортные РНК (тРНК)</p>	<p>Составляют около 10% РНК клетки. Самые короткие РНК - около 80 (76-85, 80-100) нуклеотидов. Эта РНК, имеет специфическую конформацию: вид листа клевера. Одноцепочечная РНК сворачивается таким образом, что образуется 3 петли и одна акцепторная «ветвь». В области акцепторной ветви 3' конец оказывается длиннее чем 5', и у всех т-РНК заканчивается нуклеотидами – ЦЦА. Акцепторная ветвь – это место прикрепления аминокислот к т-РНК.</p> <p>Д - петля - петля в которой работают ферменты (Аминоацил-тРНК синтетазы), которые активируют специфические для данной тРНК аминокислоты и нагружают ими тРНК. Каждая синтетаза (их должно быть не меньше 20) узнает только свою аминокислоту и навешивает ее на свою тРНК.</p> <p>Т-петля - петля в которой работают ферменты, обеспечивающие присоединение тРНК к субчастице рибосомы.</p> <p>Антикодонавая петля - петля, определяющая какая аминокислота должна присоединиться к данной тРНК. Антикодон должен быть комплементарен кодону и-РНК. По таблице генетического кода по кодону и-РНК определяют вид аминокислоты.</p> <p><u>Функция т-РНК:</u> Они доставляют аминокислоты к месту синтеза белка на рибосоме, «узнают» (по принципу комплементарности) участок иРНК, соответствующий переносимой аминокислоте.</p>	
<p>Затравочная РНК (праймер)</p>	<p>Короткая РНК инициирует (шачинает) репликацию.</p>	
<p>Все виды РНК образуются в процессе транскрипции, который у прокариот происходит в цитоплазме, а у эукариот в ядре. РНК можно обнаружить в ядре, в цитоплазме, в рибосомах, митохондриях и хлоропластах.</p>		

«Отличия ДНК от РНК»

Признаки	РНК	ДНК
Местонахождение в клетке	Ядро, рибосомы, цитоплазма, митохондрии, хлоропласты	Ядро, митохондрии, хлоропласты
Местонахождение в ядре	Ядрышко	Хромосомы
Строение макромолекулы	Одинарная полинуклеотидная цепочка	Двойная спирально закрученная полинуклеотидная цепь
Мономеры	Рибонуклеотиды	Дезоксирибонуклеотиды
Состав нуклеотида	Азотистое основание (пуриновое - аденин, гуанин, пиримидиновое - урацил, цитозин); рибоза (углевод) и остаток фосфорной кислоты	Азотистое основание (аденин, гуанин, тимин, цитозин); дезоксирибоза (углевод); остаток фосфорной кислоты
Типы нуклеотидов	Адениловый (А) Гуаниловый (Г) Уридилловый (У) Цитидилловый (Ц)	Адениловый (А) Гуаниловый (Г) Тимидилловый (Т) Цитидилловый (Ц)

Свойства	Не способна к самоудвоению	Способна к самоудвоению по принципу комплементарности: А - Т, Т - А, Г - Ц, Ц - Г. Способна к репарации (самоликвидации поврежденных участков)
Функции	и-РНК переписывает и передает информацию о первичной структуре белковой молекулы; р-РНК - входит в состав рибосом; т-РНК - переносит аминокислоты к рибосомам; затравочная РНК (праймер) инициирует репликацию	Химическая основа хромосомного генетического материала (гена); хранит и передает информацию о синтезе белка

АТФ

Аденозинмонофосфорная кислота играет роль в энергетике клетки. Эта кислота входит в состав всех РНК.

При присоединении еще двух молекул фосфорной кислоты (H_3PO_4) она превращается в АТФ и становится источником энергии, которая запасается в двух последних остатках фосфатов.

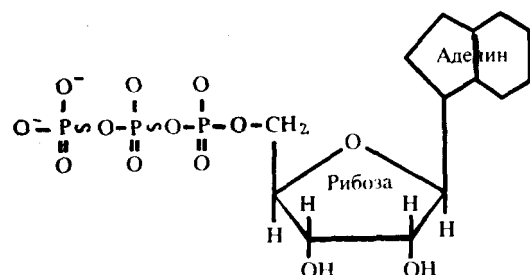
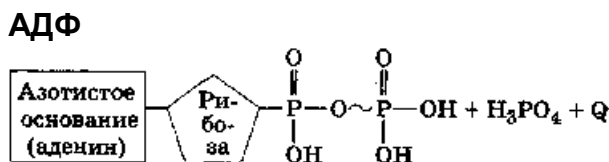
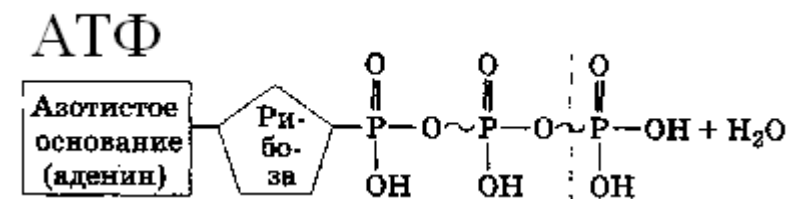
Состав и строение АТФ

Углевод	Азотистое основание	Остаток фосфорной кислоты
рибоза	Только одно азотистое основание: аденин (А)	Три остатка

Под действием фермента АТФ-аза отщепляется остаток фосфорной кислоты и она превращается в АДФ (аденозиндифосфат), а если 2 остатка, то АМФ (аденозинмонофосфат).

Реакция отщепления одной фосфорной кислоты сопровождается выделением **40 кДж энергии**. Поэтому связь с фосфорной кислотой называют – макроэргической и в АТФ их 2.

Схема строения АТФ и превращения ее в АДФ (Т.А. Козлова, В.С. Кучменко. Биология в таблицах. М.,2000)



Значение АТФ: энергетическая функция. Основной синтез АТФ осуществляется в митохондриях. АТФ обеспечивает биосинтез. Деление клетки, сокращение мышц, активный транспорт веществ и т.д.

Аккумуляторами энергии кроме АТФ, являются

- ГТФ (гуазинтрифосфорная кислота), УТФ, ЦТФ. Их энергия используется при синтезе белков, полисахаридов, фосфолипидов.

- сложное органическое соединение - **никотинамидадениндинуклеотидфосфат – НАДФ⁺** (его окисленная форма). Это соединение захватывает возбужденные электроны и ион водорода (протон) и восстанавливается до НАДФ-Н.

- **НАД⁺** (никотинамидадениндинуклеотид).

НАД⁺ и НАДФ⁺ - универсальные акцепторы энергии, а их восстановленные формы НАД и НАДФ - универсальные доноры атомов водорода (двух электронов и одного протона) в большинстве окислительно-восстановительных реакций. Атомы водорода накапливаются в НАД-Н и НАДФ-Н (напр., в цикле Кребса).

- **ФАД** – (флавинадениндинуклеотид).

Репликация (впервые описана Артуром Корнбергом)

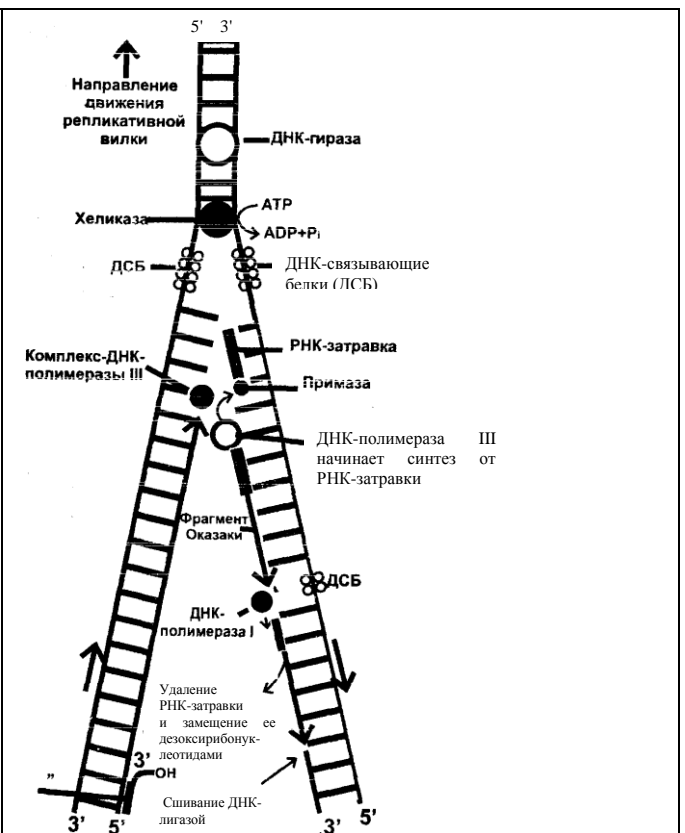
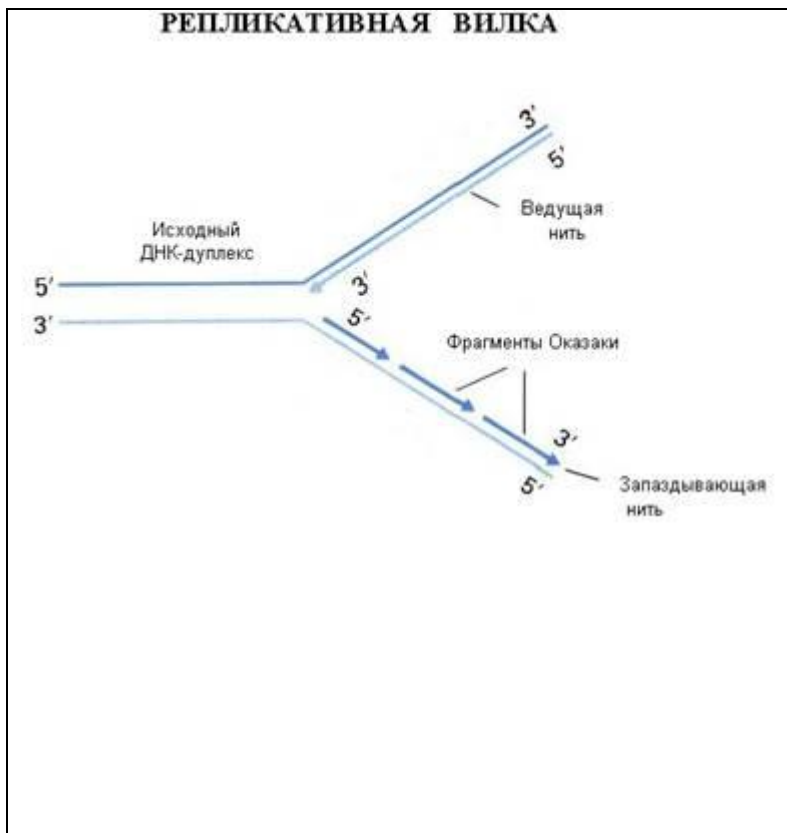
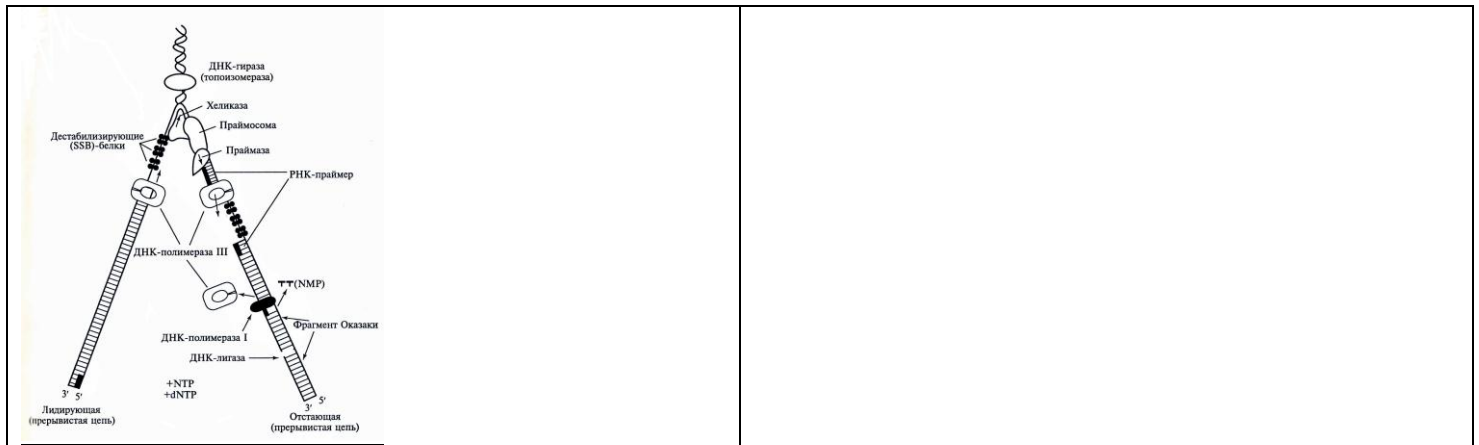
Репликация	– самоудвоение молекулы ДНК
Единица репликации	– репликон. Участок молекулы ДНК между двумя точками начала репликации, где в данный момент идет репликация. У прокариот 1 репликон, у эукариот – тысячи.
Матрица для репликации	– обе цепи ДНК
Продукт репликации	– 2 молекулы ДНК. Реплицируется вся ДНК всех хромосом.
Когда и где происходит репликация	– в ядре в S-периоде (синтетический) интерфазы
Биологическое значение репликации	– сохранение генетического материала и равномерное распределение его между дочерними клетками
Принципы репликации:	1. Принцип комплементарности (А=Т, Ц≡Г) 2. Принцип антипараллельности (синтез новой цепи идет от 5' конца к 3') 3. Полуконсервативным способом. Одна из нитей каждой новой ДНК – является материнской, а вторая дочерняя синтезируется заново. 4. Матричный принцип – обе нити ДНК являются матрицами.

Этапы репликации:

Этап	Процессы
1. Инициация	Специальные ферменты раскручивают и удерживают в таком состоянии нити ДНК (ДНК-топоизомераза (гираза) - блокирует одну из нитей ДНК и разрывает фосфатидную переемычку в одной из ее цепей; фермент геликаза разрывает водородные связи в двухцепочечной молекуле ДНК; ДСБ (ДНК-связывающий белок) обволакивает, разошедшиеся нити ДНК и препятствует их скручиванию). В результате этого в месте раскрутки образуется «вилка репликации», которая имеет вид «глазка».
2. Элонгация	Синтез дочерних цепей ДНК идет от 5' конца к 3' концу (на материнской цепи от 3' к 5'). ДНК-полимеразы встраивают нуклеотиды по принципам: антипараллельности, полу-консервативности, матричности и комплементарности. Нить на которой процесс синтеза ДНК направлен к вилке репликации и идет непрерывно наз. лидирующей . Вторая нить наз. запаздывающая , т.к. процесс синтеза идет фрагментами «Оказаки» (шитье назад иглой). Каждый фрагмент начинается с праймера и заканчивается точкой терминации. Несмотря на то, что синтез в каждом отдельном фрагменте идет «назад» от «вилки репликации» удлинение вновь синтезированной цепочки направлено к «вилке».
3. Терминация	Процесс синтеза идет до точки терминации.

Модификация

Пострепликативная репарация – один из важных моментов модификации новых молекул ДНК, когда происходит проверка дочерних нитей по материнской и исправление ошибок репликации.



Репарация ДНК

Одним из свойств ДНК является ее способность к репарации, т.е. восстановлению.

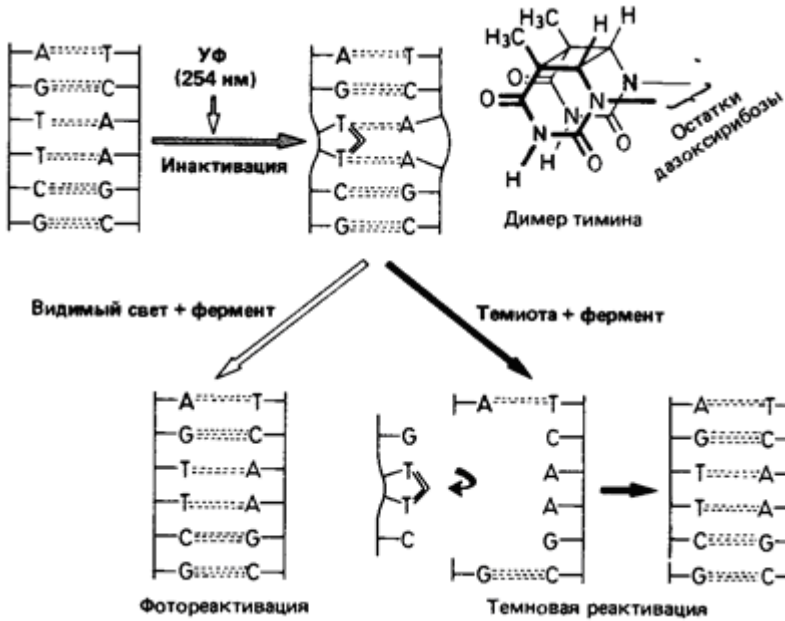
В ходе митотического цикла клетки репарация происходит:

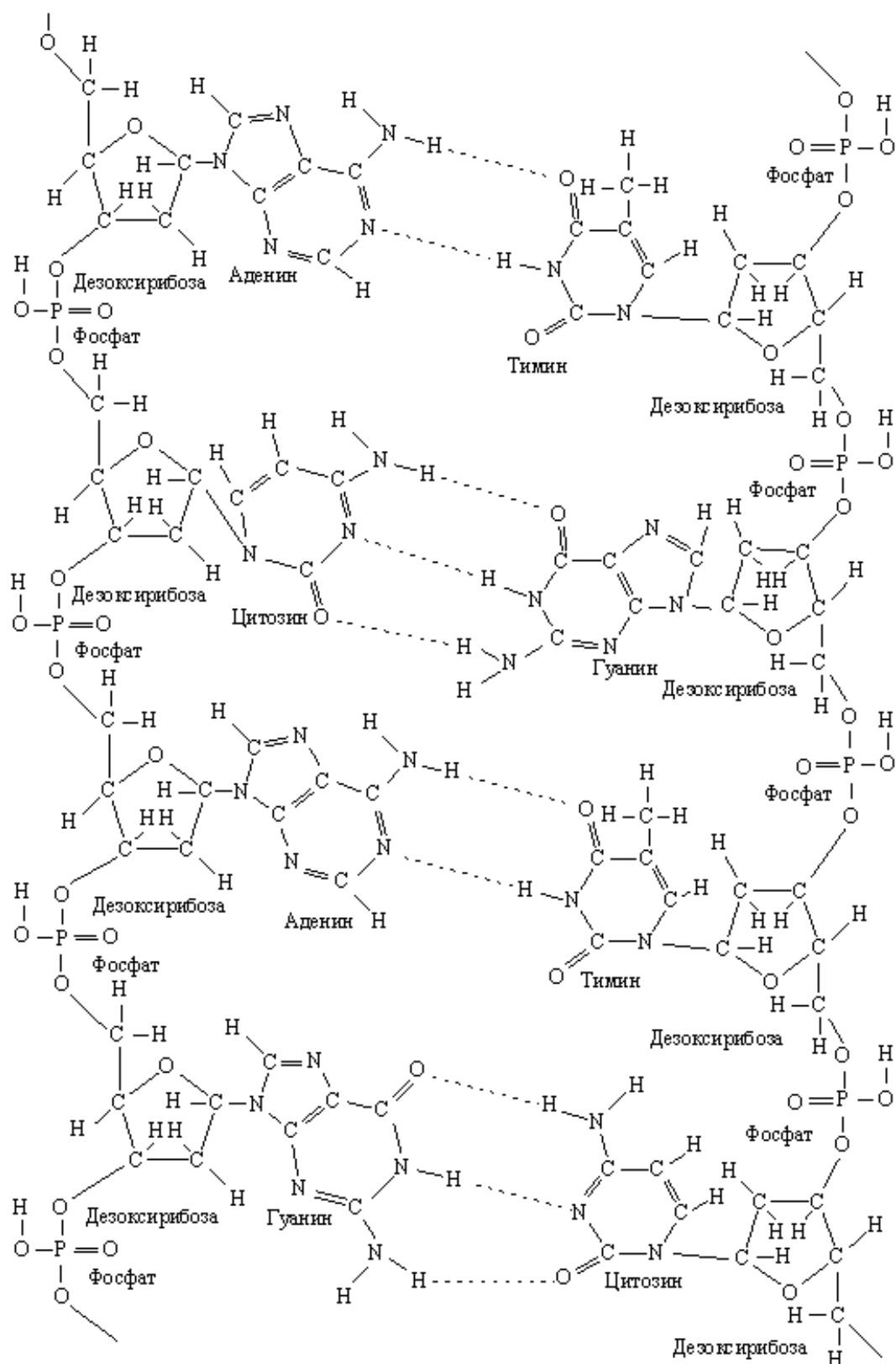
- До синтетического периода, в котором происходит репликация ДНК – это дорепликативная репарация,
- После синтетического периода – пострепликативная репарация.

В процессе удвоения тиминные димеры не редуцируются и в этом месте образуются бреши. Недостающие фрагменты достраиваются. Проверка дочерних нитей по материнской и исправление ошибок репликации.

Выделяют три основных механизма репарации.

1. Фотореактивация или световая репарация. Сине-фиолетовый обеспечивает работу фотореактивирующего фермента, который расщепляет тиминовые димеры и т.о. восстанавливает структуру ДНК. Т.о. восстанавливаются повреждения ДНК вызванные воздействием УФлучей.
2. Эксцизионная (или темновая) репарация. Специальный фермент эндонуклеаза опознает димер (Т-Т) и разрезает рядом с ним поврежденную цепочку ДНК. Образуются свободные концы ДНК. Полимераза осуществляет ресинтез удаленного фрагмента цепи, используя в качестве матрицы неповрежденную цепочку. Восстанавливает ДНК, поврежденную действием ионизирующей радиации, химических веществ и т.д. Если процесс репарации нарушен - это приводит к различным заболеваниям, напр. пигментная ксеродерма.





СТРУКТУРА ФРАГМЕНТА КОНКРЕТНОЙ ДНК Носителем генетической информации у всех живых организмов, от вируса до человека, является нуклеиновая кислота – дезоксирибонуклеиновая (ДНК) или рибонуклеиновая (РНК). На этом рисунке показана структура небольшого фрагмента ДНК. Молекула ДНК состоит из шести химических единиц: сахара (дезоксирибозы), фосфата и четырех азотистых оснований двух типов – пуринов и пиримидинов.

На всех предложенных схемах обозначьте на цепочках 5' и 3' концы и обведите цветными карандашами: - азотистое основание

- Дезоксирибозу
- Остаток фосфорной кислоты
- нуклеотид

