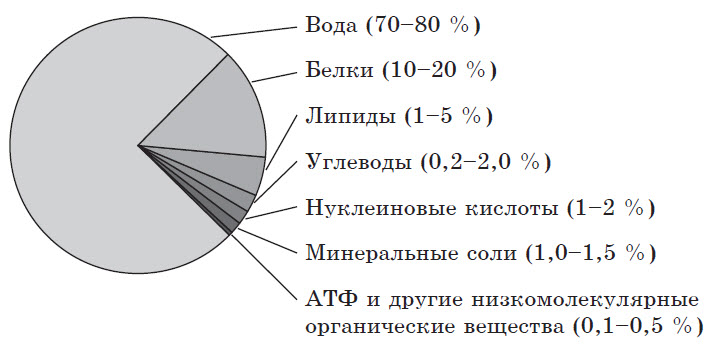
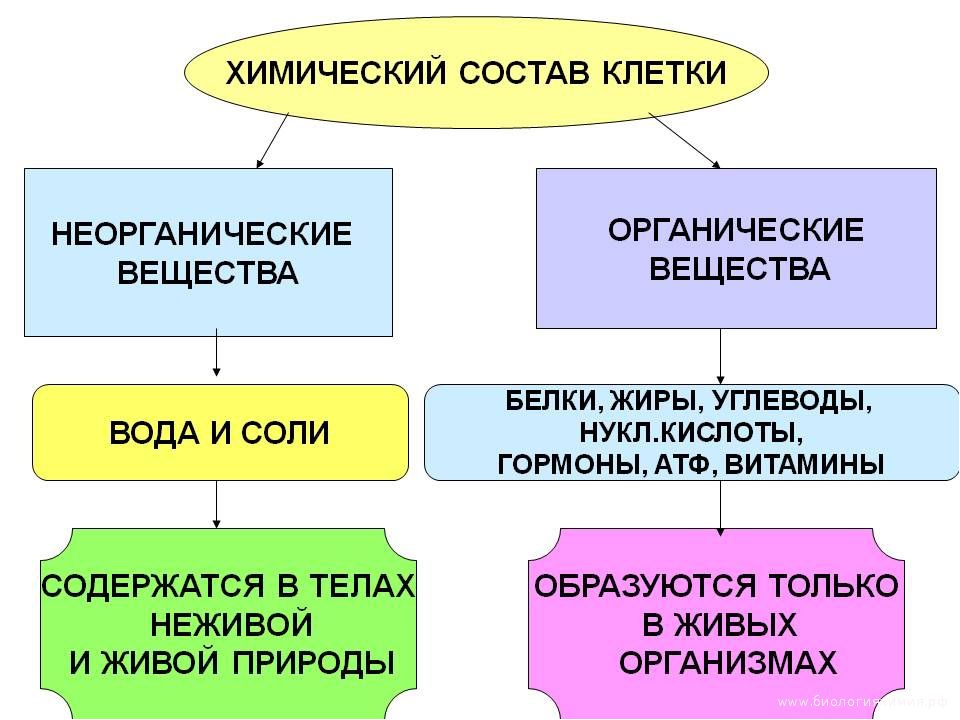
**Конспект по биологии на тему: «Химический состав клетки»**

Химические элементы клетки образуют ***неорганические и органические вещества***. Несмотря на то что в живых организмах преобладают неорганические вещества, именно органические вещества определяют уникальность их химического состава и феномена жизни в целом, поскольку они синтезируются преимущественно организмами в процессе жизнедеятельности и играют в реакциях важнейшую роль.

Следует отметить, что содержание химических веществ в различных клетках и тканях может существенно различаться. Например, если в животных клетках среди органических соединений преобладают белки, то в клетках растений — углеводы.



**Макро- и микроэлементы**

В живых организмах встречается около ***80 химических элементов***, однако только для **27** из этих элементов установлены их функции в клетке и организме. Остальные элементы присутствуют в незначительных количествах, и, по-видимому, попадают в организм с пищей, водой и воздухом.  В зависимости от концентрации их делят на ***макроэлементы*** и ***микроэлементы***.

Концентрация каждого из **макроэлементов** в организме превышает 0,01 % , а их суммарное содержание — 99 %. К макроэлементам относят кислород, углерод, водород, азот, фосфор, серу, калий, кальций, натрий, хлор, магний и железо. Первые четыре из перечисленных элементов (кислород, углерод, водород и азот) называют также ***органогенными***, поскольку они входят в состав основных органических соединений. Фосфор и сера также являются компонентами ряда органических веществ, например белков и нуклеиновых кислот. Фосфор необходим для формирования костей и зубов.

Без оставшихся макроэлементов невозможно нормальное функционирование организма.

Так, калий, натрий и хлор участвуют в процессах возбуждения клеток. Кальций входит в состав клеточных стенок растений, костей, зубов и раковин моллюсков, требуется для сокращения мышечных клеток и свертывания крови. Магний является компонентом хлорофилла — пигмента, обеспечивающего протекание фотосинтеза. Он также принимает участие в биосинтезе белка и нуклеиновых кислот. Железо входит в состав гемоглобина, и необходимо для функционирования многих ферментов.

**Микроэлементы** содержатся в организме в концентрациях менее 0,01 % , а их суммарная концентрация в клетке не достигает и 0,1 %. К микроэлементам относятся цинк, медь, марганец, кобальт, йод, фтор и др.

Цинк входит в состав молекулы гормона поджелудочной железы — инсулина, медь требуется для процессов фотосинтеза и дыхания. Кобальт является компонентом витамина В12, отсутствие которого приводит к анемии. Йод необходим для синтеза гормонов щитовидной железы, обеспечивающих нормальное протекание обмена веществ, а фтор связан с формированием эмали зубов.

Как недостаток, так и избыток или нарушение обмена макро- и микроэлементов приводят к развитию различных заболеваний.

В частности, недостаток кальция и фосфора вызывают рахит, нехватка азота — тяжелую белковую недостаточность, дефицит железа — анемию, отсутствие йода — нарушение образования гормонов щитовидной железы и снижение интенсивности обмена веществ, уменьшение поступления фтора — кариес. Свинец токсичен почти для всех организмов.

Недостаток макро- и микроэлементов можно компенсировать путем увеличения их содержания в пище и питьевой воде, а также за счет приема лекарственных препаратов.

Химические элементы клетки образуют различные соединения — неорганические и органические.



**Неорганические вещества**

К неорганическим веществам клетки относятся **вода, минеральные соли, кислоты** и др.

**Вода** (Н2О) — наиболее распространенное неорганическое вещество клетки, обладающее уникальными физико-химическими свойствами. В теле взрослого человека ее в среднем 66 %, однако кости содержат около 20 % воды, печени — 70 %, а мозг — 86 %.

В клетке вода является растворителем, средой для протекания реакций, исходным веществом и продуктом химических реакций, выполняет транспортную и терморегуляторную функции, придает клетке упругость, обеспечивает тургор растительной клетки. Все вещества делятся на растворимые в воде (гидрофильные) и нерастворимые в ней (гидрофобные).

**Минеральные соли** могут находиться в растворенном или нерастворенном состояниях. Растворимые соли диссоциируют на ионы — катионы и анионы. Наиболее важными катионами являются ионы калия и натрия, облегчающие перенос веществ через мембрану и участвующие в возникновении и проведении нервного импульса, а также ионы кальция, которые принимают участие в процессах сокращения мышечных волокон и свертывании крови; магния, входящего в состав хлорофилла; железа, входящего в состав ряда белков, в том числе гемоглобина. Важнейшими анионами являются фосфат-анион, входящий в состав АТФ и нуклеиновых кислот, и остаток угольной кислоты, смягчающий колебания рН среды. Ионы минеральных солей обеспечивают проникновение самой воды в клетку и ее удержание в ней. Если в среде концентрация солей ниже, чем в клетке, то вода проникает в клетку. Также ионы определяют буферные свойства цитоплазмы, т. е. ее способность поддерживать постоянство слабощелочной рН цитоплазмы, несмотря на постоянное образование в клетке кислотных и щелочных продуктов.

Нерастворимые соли (CaCO3, Ca3(PO4)2 и др.) входят в состав костей, зубов, раковин и панцирей одноклеточных и многоклеточных животных.

Кроме того, в организмах могут вырабатываться и другие неорганические соединения, например **кислоты**и**оксиды**. Так, обкладочные клетки желудка человека вырабатывают соляную кислоту, которая активирует пищеварительный фермент пепсин, а оксид кремния пропитывает клеточные стенки хвощей и образует панцири диатомовых водорослей.

**Органические вещества**

К органическим веществам клетки относят углеводы, липиды, белки, нуклеиновые кислоты, АТФ, витамины и др. они могут быть представлены как относительно простыми молекулами, так и более сложными. В тех случаях, когда сложная молекула (макромолекула) образована значительным числом повторяющихся более простых молекул, ее называют полимером, а ее структурные единицы — мономерами. В зависимости от того, повторяются или нет звенья полимеров, их относят к регулярным или нерегулярным.

**Углеводы**

**Углеводы** — это органические соединения, в состав которых входят в основном три химических элемента — углерод, водород и кислород, хотя целый ряд углеводов содержит также азот или серу.

Общая формула углеводов —**Cm(H2O)n**. Их делят на **моно-, олиго- и полисахариды**.

1) ***Моносахариды*** содержат единственную молекулу сахара, которую невозможно расщепить на более простые. Это кристаллические вещества, сладкие на вкус и хорошо растворимые в воде. Моносахариды принимают активное участие в обмене веществ в клетке и входят в состав сложных углеводов — олигосахаридов и полисахаридов.

Моносахариды классифицируют по количеству углеродных атомов (C3 — C9), например пентозы (C5) и гексозы (C6). К пентозам относятся рибоза и дезоксирибоза. Рибоза входит в состав РНК и АТФ. Дезоксирибоза является компонентом ДНК. Гексозы (С6Н12О6) — это глюкоза, фруктоза, галактоза и др. ***Глюкоза*** (виноградный сахар) встречается во всех организмах, в том числе в крови человека, поскольку является энергетическим резервом. Она входит в состав сахарозы, лактозы, мальтозы, крахмала, целлюлозы и др. ***Фруктоза*** (плодовый сахар) в наибольших концентрациях содержится в плодах, меде, корнеплодах сахарной свеклы. Она не только принимает активное участие в процессах обмена веществ, но и входит в состав сахарозы и некоторых полисахаридов, например инсулина.

2) К ***олигосахаридам*** относят углеводы, образованные несколькими остатками моносахаридов. Они в основном также хорошо растворимы в воде и сладки на вкус. В зависимости от количества этих остатков различают дисахариды (два остатка), трисахариды (три) и др.

К дисахаридам относятся сахароза, лактоза, мальтоза и др. ***Сахароза*** (свекловичный или тростниковый сахар) состоит из остатков глюкозы и фруктозы, она встречается в запасающих органах некоторых растений. Особенно много сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы и сахарного тростника, откуда их получают промышленным способом. Она служит эталоном сладости углеводов. ***Лактоза*** (молочный сахар), образована остатками глюкозы и галактозы, содержится в материнском и коровьем молоке. Мальтоза (солодовый сахар) состоит из двух остатков глюкозы. Она образуется в процессе расщепления полисахаридов в семенах растений и в пищеварительной системе человека, используется при производстве пива.

3) ***Полисахариды*** — это биополимеры, мономерами которых являются остатки моно- или дисахаридов. Большинство полисахаридов нерастворимы в воде и несладкие на вкус. К ним относятся крахмал, гликоген, целлюлоза и хитин. **Крахмал** — это белое порошкообразное вещество, не смачиваемое водой, но образующее при заваривании горячей водой взвесь — клейстер. Мономером крахмала является глюкоза (рис. 3). Крахмал — основное запасное вещество растений, которое накапливается в запасающих органах растений. Качественной реакцией на крахмал является реакция с йодом, при которой он окрашивается в сине-фиолетовый цвет.

**Гликоген** (животный крахмал) — это запасной полисахарид животных и грибов, который у человека в наибольших количествах накапливается в мышцах и печени. Мономером гликогена является глюкоза. По сравнению с молекулами крахмала молекулы гликогена более разветвлены.

**Целлюлоза**, или клетчатка, — основной опорный полисахарид растений. Мономером целлюлозы является глюкоза. Целлюлоза входит в состав клеточных стенок растений. Целлюлоза является основой древесины, она используется в строительстве, при производстве тканей, бумаги, спирта и многих органических веществ.

**Хитин** — это полисахарид, мономером которого является азотсодержащий моносахарид на основе глюкозы. Он входит в состав клеточных стенок грибов и панцирей членистоногих.

***Функции углеводов***. Углеводы выполняют в клетке пластическую (строительную), энергетическую, запасающую и опорную функции. Энергетическая ценность расщепления 1 г углеводов составляет 17,2 кДж. Углеводы могут также входить в состав сложных липидов и белков, образуя гликолипиды и гликопротеины, в частности в клеточных мембранах.

**Липиды**

**Липиды** — это разнородная в химическом отношении группа низкомолекулярных веществ с гидрофобными свойствами. Данные вещества нерастворимы в воде, образуют в ней эмульсии, но при этом хорошо растворяются в органических растворителях. Липиды маслянисты на ощупь, многие из них оставляют на бумаге характерные невысыхающие следы.

В зависимости от строения молекулы липиды делят на простые и сложные. К ***простым липидам*** относятся нейтральные липиды (жиры), воски, стерины и стероиды. ***Сложные липиды*** содержат и другой, нелипидный компонент. Наиболее важными из них являются фосфолипиды и гликолипиды.

**Жиры** являются производными трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот. Среди жирных кислот есть как насыщенные, так и ненасыщенные, то есть содержащие двойные связи.

Из ***насыщенных жирных кислот*** чаще всего встречаются пальмитиновая и стеариновая, а из ***ненасыщенных*** — олеиновая. Некоторые ненасыщенные жирные кислоты не синтезируются в организме человека или синтезируются в недостаточном количестве, и поэтому являются незаменимыми. Остатки глицерина образуют гидрофильные «головки», а остатки жирных кислот — «хвосты». Жиры растений большей частью содержат ненасыщенные жирные кислоты, вследствие чего они являются жидкими и называются маслами. Масла содержатся в семенах многих растений, таких как подсолнечник, соя, рапс и др.

**Воски** — это сложные смеси жирных кислот и жирных спиртов. У растений они образуют пленку на поверхности листа, которая защищает от испарения, проникновения возбудителей заболеваний и т. п. У ряда животных они также покрывают тело или служат для построения сот.

К стеринам относятся такой липид, как витамин D, и холестерол — обязательный компонент клеточных мембран, а к стероидам — половые гормоны: эстрадиол, тестостерон и др.

Фосфолипиды, помимо остатков глицерина и жирных кислот, содержат остаток ортофосфорной кислоты. Они входят в состав клеточных мембран и обеспечивают их барьерные свойства.

Гликолипиды также являются компонентами мембран, но их содержание там невелико. Нелипидной частью гликолипидов являются углеводы.

**Функции липидов**. Липиды выполняют в клетке пластическую (строительную), энергетическую, запасающую, защитную и регуляторную функции. При расщеплении 1 г липидов выделяется 38,9 кДж энергии. Они откладываются в запас в различных органах растений и животных. Подкожная жировая клетчатка защищает внутренние органы животных от переохлаждения или перегревания, от ударов, а у водных животных — еще и повышает плавучесть. Регуляторная функция липидов связана с тем, что некоторые из них являются гормонами.

**Белки**

**Белки** — это высокомолекулярные соединения, биополимеры, мономерами которых являются аминокислоты, связанные пептидными связями. Аминокислотой называют органическое соединение, имеющее аминогруппу, карбоксильную группу и радикал. В состав белка могут входить ***20 аминокислот***, которые различаются радикалами. Аминокислоты делят на заменимые и незаменимые.

***Заменимые аминокислоты***, образуются в организме человека в необходимом количестве, а незаменимые должны поступать с пищей, но могут частично синтезироваться микроорганизмами кишечника. Полностью ***незаменимых аминокислот*** насчитывается 8: валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин.

Последовательность из двух аминокислот, связанных пептидными связями, называется дипептидом, из трех — трипептидом и т. д. Среди пептидов встречаются такие важные соединения, как ***гормоны*** (окситоцин, вазопрессин), ***антибиотики*** и др. Цепочка из более чем двадцати аминокислот называется полипептидом, а полипептиды, содержащие ***более 60 аминокислотных остатков***, — это белки.

**Уровни структурной организации белка**. Белки могут иметь первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры. Третичная структура характерна для большинства белков организма, например миоглобина мышц.

По форме молекулы различают фибриллярные и глобулярные белки. Первые из них вытянуты, как, например, коллаген соединительной ткани или кератины волос и ногтей. Глобулярные же белки имеют форму клубка (глобулы), как миоглобин мышц.

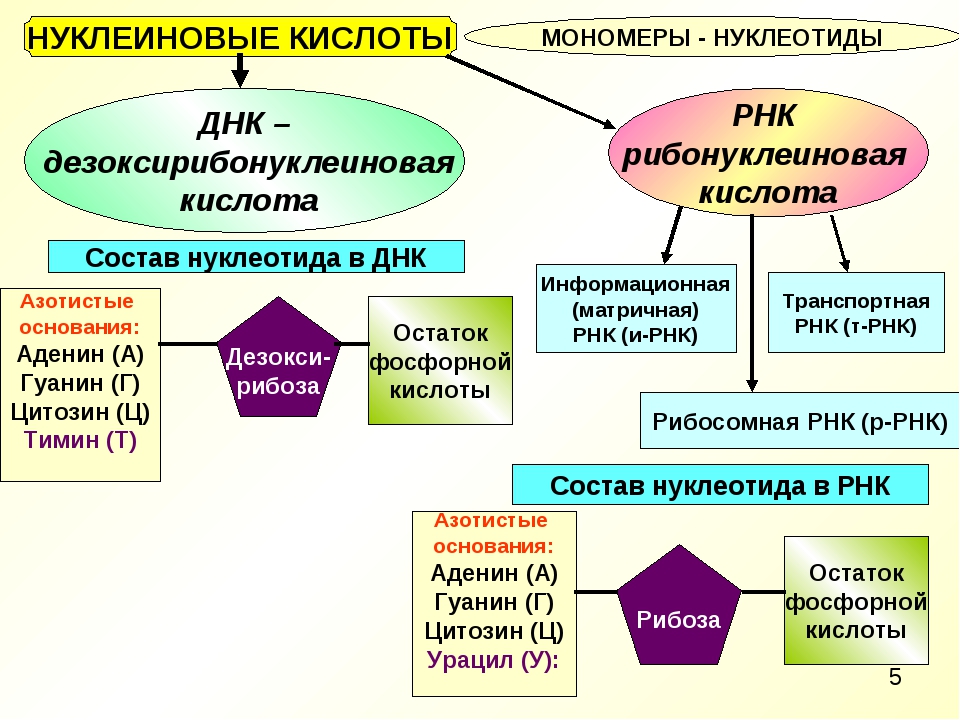
Простые и сложные белки. **Простые белки** состоят только из аминокислот, тогда как **сложные белки** (липопротеины, хромопротеины, гликопротеины, нуклеопротеины и др.) содержат белковую и небелковую части. Хромопротеины содержат окрашенную небелковую часть. К ним относятся гемоглобин, миоглобин, хлорофилл, цитохромы и др. Небелковой частью липопротеинов является липид, а гликопротеинов — углевод. Как липопротеины, так и гликопротеины входят в состав клеточных мембран. Нуклеопротеины представляют собой комплексы белков и нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Они выполняют важнейшие функции в процессах хранения и передачи наследственной информации.

**Свойства белков**. Многие белки хорошо растворимы в воде, однако есть среди них и такие, которые растворяются только в растворах солей, щелочей, кислот или органических растворителях. Структура молекулы белка и его функциональная активность зависят от условий окружающей среды. Утрата белковой молекулой своей структуры, вплоть до первичной, называется ***денатурацией***. Она происходит вследствие изменения температуры, рН, атмосферного давления, под действием кислот, щелочей, солей тяжелых металлов, органических растворителей и т. п. Обратный процесс восстановления вторичной и более высоких структур называется ренатурацией, однако он не всегда возможен. Полное разрушение белковой молекулы называется ***деструкцией***.

**Функции белков**. Белки выполняют в клетке ряд функций: пластическую (строительную), каталитическую (ферментативную), энергетическую, сигнальную (рецепторную), сократительную (двигательную), транспортную, защитную, регуляторную и запасающую.

Энергетическая ценность 1 г белка составляет **17,2 кДж**. Белки-рецепторы мембран принимают активное участие в восприятии сигналов окружающей среды и их передаче по клетке. Без белков невозможно движение клеток и организмов в целом, так как они составляют основу жгутиков и ресничек, а также обеспечивают сокращение мышц и перемещение внутриклеточных компонентов. В крови человека и многих животных белок гемоглобин переносит кислород и часть углекислого газа, другие белки транспортируют ионы и электроны. Защитная роль белков связана, в первую очередь, с иммунитетом, поскольку белок интерферон способен уничтожать многие вирусы, а белки-антитела подавляют развитие бактерий и иных чужеродных агентов. Среди белков и пептидов немало гормонов, например, гормон поджелудочной железы инсулин, регулирующий концентрацию глюкозы в крови. У некоторых организмов белки могут откладываться в запас, как в семенах бобовых, или белки куриного яйца.

**Нуклеиновые кислоты**

**Нуклеиновые кислоты** — это биополимеры, мономерами которых являются ***нуклеотиды***. В настоящее время известно два типа нуклеиновых кислот: рибонуклеиновая (**РНК**) и дезоксирибонуклеиновая (**ДНК**).

**Нуклеотид** образован азотистым основанием, остатком сахара-пентозы и остатком ортофосфорной кислоты. Особенности нуклеотидов в основном определяются азотистыми основаниями, входящими в их состав, поэтому даже условно нуклеотиды обозначаются по первым буквам их названий. В состав нуклеотидов могут входить пять азотистых оснований: аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т), урацил (У) и цитозин (Ц). Пентозы нуклеотидов — рибоза и дезоксирибоза — определяют, какой нуклеотид будет образован — рибонуклеотид или дезоксирибонуклеотид. Рибонуклеотиды являются мономерами РНК, могут выступать в качестве сигнальных молекул (цАМФ) и входить в состав макроэргических соединений, например АТФ, и коферментов, таких как НАДФН + Н+, НАДН + Н+, ФАДН2 и др., а дезоксирибонуклеотиды входят в состав ДНК.

**Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)** — двухцепочечный биополимер, мономерами которого являются дезоксирибонуклеотиды. В состав дезоксирибонуклеотидов входят только четыре азотистых основания из пяти возможных — аде-нин (А), тимин (Т), гуанин (Г) и цитозин (Ц), а также остатки дезоксирибозы и ортофосфорной кислоты. Нуклеотиды в цепи ДНК соединяются между собой через остатки ортофосфорной кислоты, образуя фосфодиэфирную связь. При образовании двухцепочечной молекулы азотистые основания направлены вовнутрь молекулы. Однако соединение цепей ДНК происходит не случайным образом — азотистые основания разных цепей соединяются между собой водородными связями по принципу комплементарности: аденин соединяется с тимином двумя водородными связями (А=Т), а гуанин с цитозином — тремя (Г^Ц) (рис. 14). Для нее были установлены правила Чаргаффа.

Структура ДНК была расшифрована Ф. Криком и Д. Уотсоном. Согласно их модели третичная структура молекулы ДНК представляет собой ***правозакрученную двойную спираль***. Расстояние между нуклеотидами в цепи ДНК равно 0,34 нм.

Основной функцией ДНК является хранение и передача наследственной информации, которая записана в виде последовательностей нуклеотидов.

ДНК эукариотических клеток сосредоточена в ядре, митохондриях и пластидах, а прокариотических — находится прямо в цитоплазме. Ядерная ДНК является основой хромосом, она представлена незамкнутыми молекулами. ДНК митохондрий, пластид и прокариот имеет кольцевую форму.

**Рибонуклеиновая кислота (РНК)** — биополимер, мономерами которого являются рибонуклеотиды. Они содержат также четыре азотистых основания — аденин (А), урацил (У), гуанин (Г) и цитозин (Ц), отличаясь тем самым от ДНК по одному из оснований (вместо тимина в РНК встречается урацил). Остаток сахара-пентозы в рибонуклеотидах представлен рибозой. РНК — в основном одноцепочечные молекулы, за исключением некоторых вирусных. Выделяют три основных типа РНК: информационные, или матричные (иРНК, мРНК), рибосомальные (рРНК) и транспортные (тРНК). Все они образуются в процессе транскрипции — переписывания с молекул ДНК.

**иРНК** составляют наименьшую фракцию РНК в клетке (2—4 %). Они являются матрицами для синтеза полипептидных цепей. Информация о структуре белка записана в них в виде последовательностей нуклеотидов, причем каждую аминокислоту кодирует триплет нуклеотидов — кодон.

**рРНК** представляют собой наиболее многочисленный тип РНК в клетке (до 80 °%). Они образуются в ядрышках и входят в состав клеточных органоидов — рибосом.

**тРНК** — наименьшие из молекул РНК, так как содержат всего 73—85 нуклеотидов. Их доля от общего количества РНК клетки составляет около 16 °%. Функция тРНК — транспорт аминокислот к месту синтеза белка (на рибосомы). Вторичная структура молекулы тРНК напоминает листок клевера. На одном из концов молекулы находится участок для прикрепления аминокислоты, а в одной из петель — триплет нуклеотидов, комплементарный кодону иРНК и определяющий, какую именно аминокислоту будет переносить тРНК — антикодон (рис. 16).

Все типы РНК принимают активное участие в процессе реализации наследственной информации, которая с ДНК переписывается на иРНК, а на последней осуществляется синтез белка. тРНК в процессе синтеза белка доставляет аминокислоты к рибосомам, а рРНК входит в состав непосредственно рибосом.

**Аденозинтрифосфорная кислота** **(АТФ)** — это нуклеотид, содержащий, помимо азотистого основания аденина и остатка рибозы, три остатка фосфорной кислоты. Связи между остатками фосфорной кислоты — макроэргические (при расщеплении выделяется 42 кДж/ моль энергии, тогда как стандартная химическая связь при расщеплении дает 12 кДж/моль).

При необходимости макроэргическая связь АТФ расщепляется с образованием аденозиндифосфорной кислоты (АДФ), фосфорного остатка и выделением энергии:

**АТФ + Н2О → АДФ + H3PO4 + 42 кДж.**

 АДФ также может расщепляться с образованием АМФ (аденозинмонофосфорной кислоты) и остатка фосфорной кислоты:

**АДФ + Н2О → АМФ + H3PO4 + 42 кДж.**

 В процессе энергетического обмена (при дыхании, брожении), а также в процессе фотосинтеза АДФ присоединяет фосфорный остаток и превращается в АТФ. Реакция восстановления АТФ называется фосфорилированием. АТФ является универсальным источником энергии для всех процессов жизнедеятельности живых организмов.