

Органические вещества клетки: нуклеиновые кислоты и АТФ

Информация и энергия — два главных условия жизни клетки.



Молекулы, без которых клетка не работает



ДНК хранит наследственную информацию, РНК помогает её реализовать, а АТФ обеспечивает энергией синтез, транспорт и движение. Эти молекулы связывают генетику, обмен веществ и жизненные процессы клетки в единое целое.

Нуклеотид как общий структурный элемент



- **Три составные части**

Каждый нуклеотид включает азотистое основание, сахар-пентозу и остаток фосфорной кислоты. Именно такое строение лежит в основе молекул ДНК, РНК и АТФ и определяет их сходство.

- **Разные сахара**

В ДНК сахаром служит дезоксирибоза, а в РНК и АТФ — рибоза. Небольшое химическое различие заметно влияет на свойства молекул, особенно на их устойчивость и роль в клетке.

- **Азотистые основания**

Основания делятся на пурины и пиримидины. К пуринам относятся аденин и гуанин, к пиримидинам — цитозин, тимин и урацил. Их сочетание определяет комплементарность нуклеиновых кислот.

- **Общее происхождение**

Нуклеотидная природа объясняет, почему ДНК, РНК и АТФ связаны между собой не только функционально, но и по строению. Это родство важно для понимания наследственности и обмена энергии.



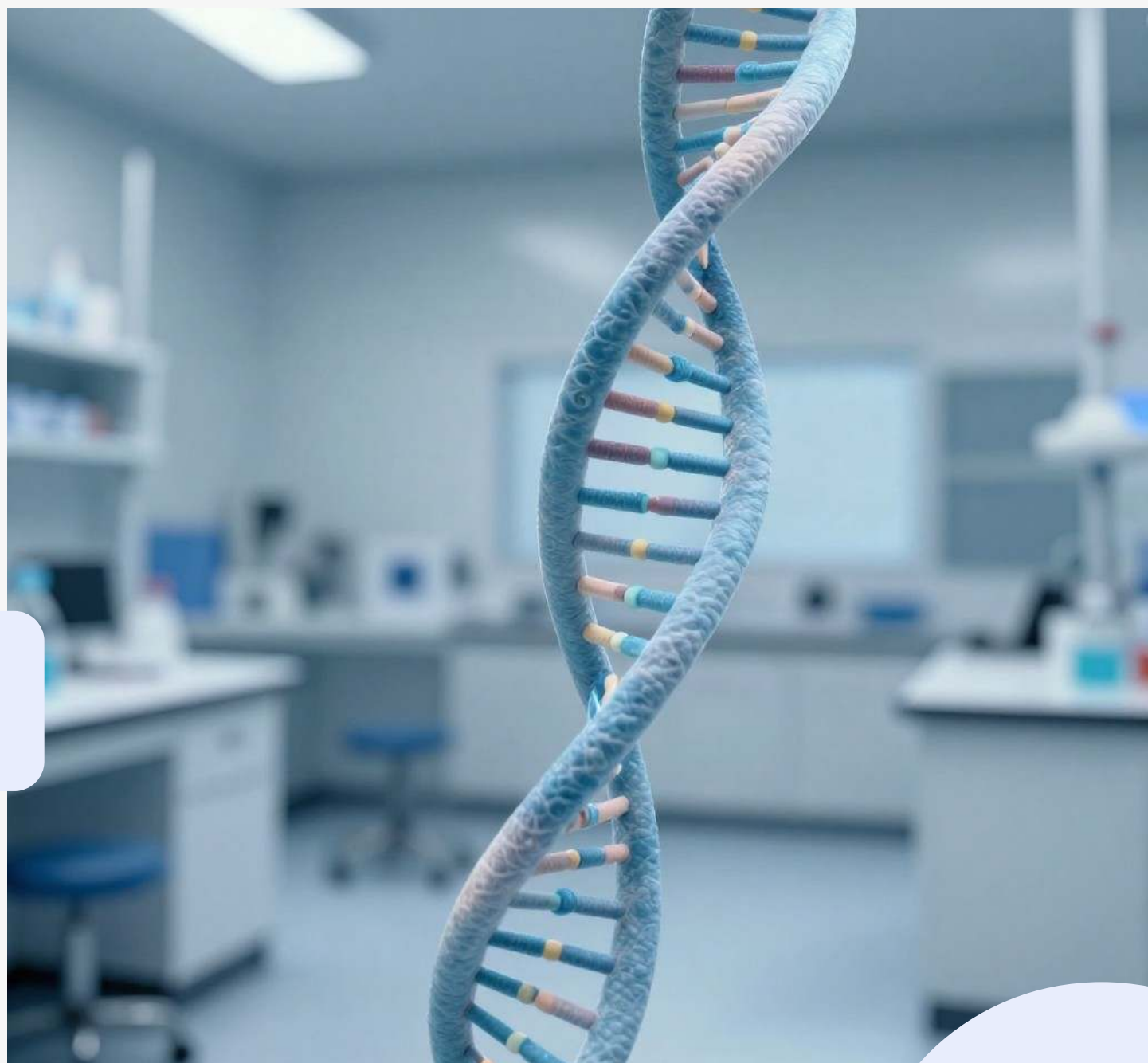
Сравнение ДНК, РНК и АТФ

Три молекулы имеют общую нуклеотидную основу, но выполняют разные задачи в клетке.

Сходное строение нуклеотидов сочетается с различием функций: ДНК хранит, РНК передаёт, АТФ обеспечивает энергией.

Молекула	Сахар	Функция	Локализация
ДНК	дезоксирибоза	хранение информации	ядро, органоиды
РНК	рибоза	реализация информации	ядро, цитоплазма
АТФ	рибоза	перенос энергии	все клетки

ДНК как носитель наследственной информации



01

Двойная спираль →

Молекула ДНК состоит из двух цепей, закрученных в двойную спираль. Такое строение повышает прочность молекулы и создаёт удобную форму для хранения большого объёма наследственной информации.

02

Антипараллельность цепей →

Цепи ДНК направлены навстречу друг другу, то есть являются антипараллельными. Это важно для правильного взаимодействия нуклеотидов и для точного копирования

03

Комплементарность оснований →

Аденин соединяется с тиминном, а гуанин — с цитозином. Благодаря строгой парности основания одной цепи однозначно определяют состав другой, что делает запись информации

04

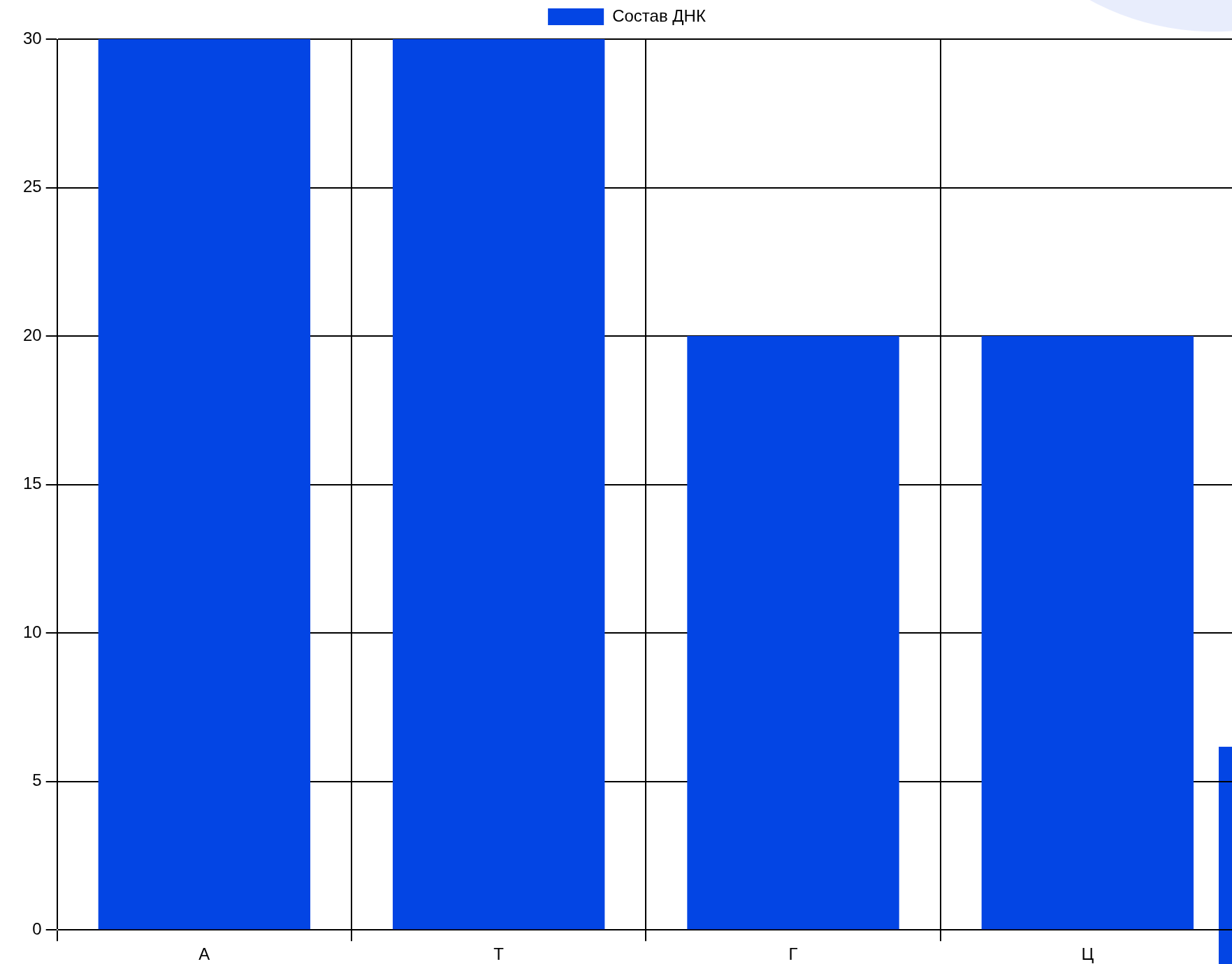
Упаковка информации →

У человека в гаплоидном наборе содержится около 3,2 млрд пар нуклеотидов. Вся эта информация компактно упакована в хромосомы, чтобы надёжно сохраняться и передаваться при делении клеток.

Правило Чаргаффа и комплементарность оснований

Диаграмма показывает, что доли пар оснований в ДНК совпадают, поскольку каждое основание имеет строго определённого партнёра.

Равенство А и Т, Г и Ц подтверждает комплементарность и объясняет устойчивость двойной спирали при репликации.



Правило Чаргаффа; школьный курс биологии

Репликация ДНК перед делением клетки



Разъединение цепей

Хеликаза расплетает двойную спираль и разрывает водородные связи между основаниями. В результате обе цепи ДНК становятся матрицами для синтеза новых комплементарных цепей.



Синтез новой цепи

ДНК-полимераза присоединяет нуклеотиды по принципу комплементарности и достраивает цепь в нужном направлении. Так формируется точная копия наследственного материала.



Соединение фрагментов

Лигаза сшивает отдельные участки вновь синтезированной цепи, особенно на отстающей цепи. Это делает молекулу непрерывной и завершает сборку дочерней ДНК.



Проверка ошибок

Системы репарации исправляют часть неточностей, возникших при копировании. Благодаря этому уменьшается число мутаций и повышается надёжность передачи генетической информации.

РНК как посредник между геном и белком

01

Химическая особенность

РНК обычно представлена одной цепью и менее устойчива, чем ДНК. Это удобно для временной передачи информации, которая нужна клетке только на этапе синтеза белка.

02

Информационная РНК

мРНК переносит сведения о последовательности аминокислот от ДНК к рибосоме. В её записи закодирован порядок сборки будущего белка, который затем считывается по кодонам.

03

Транспортная РНК

тРНК доставляет к рибосоме нужные аминокислоты и распознаёт кодоны мРНК с помощью антикодона. Благодаря этому аминокислоты соединяются именно в заданной последовательности.

04

Рибосомная РНК

рРНК составляет основу рибосом и участвует в образовании пептидной связи. У эукариот транскрипция идёт в ядре, а трансляция — в цитоплазме на рибосомах.



От ДНК к белку: путь генетической информации

Схема отражает последовательность процессов синтеза белка в клетке эукариот.



Основные виды РНК и их функции

Вид РНК	Функция	Место
мРНК	перенос кода	ядро, цитоплазма
тРНК	доставка аминокислот	цитоплазма
рРНК	основа рибосом	рибосомы

Таблица показывает, как разные формы РНК распределяют функции между переносом, распознаванием и сборкой белка.

Каждый вид РНК выполняет свою часть общей задачи: мРНК несёт информацию, тРНК приносит аминокислоты, рРНК обеспечивает работу рибосомы.

АТФ как универсальная энергетическая валюта клетки



Строение молекулы

АТФ состоит из аденина, рибозы и трёх фосфатных групп. Такое строение делает молекулу нуклеотидом и позволяет ей быстро участвовать в переносе энергии внутри клетки.



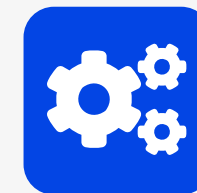
Отдача энергии

При отщеплении одного фосфатного остатка АТФ превращается в АДФ и неорганический фосфат. Освобождённая энергия используется немедленно, без длительного хранения в клетке.



Постоянное обновление

Запасы АТФ невелики, поэтому молекула непрерывно синтезируется и снова расходуется. Такой круговорот обеспечивает клетке быстрый ответ на любые энергетические потребности.



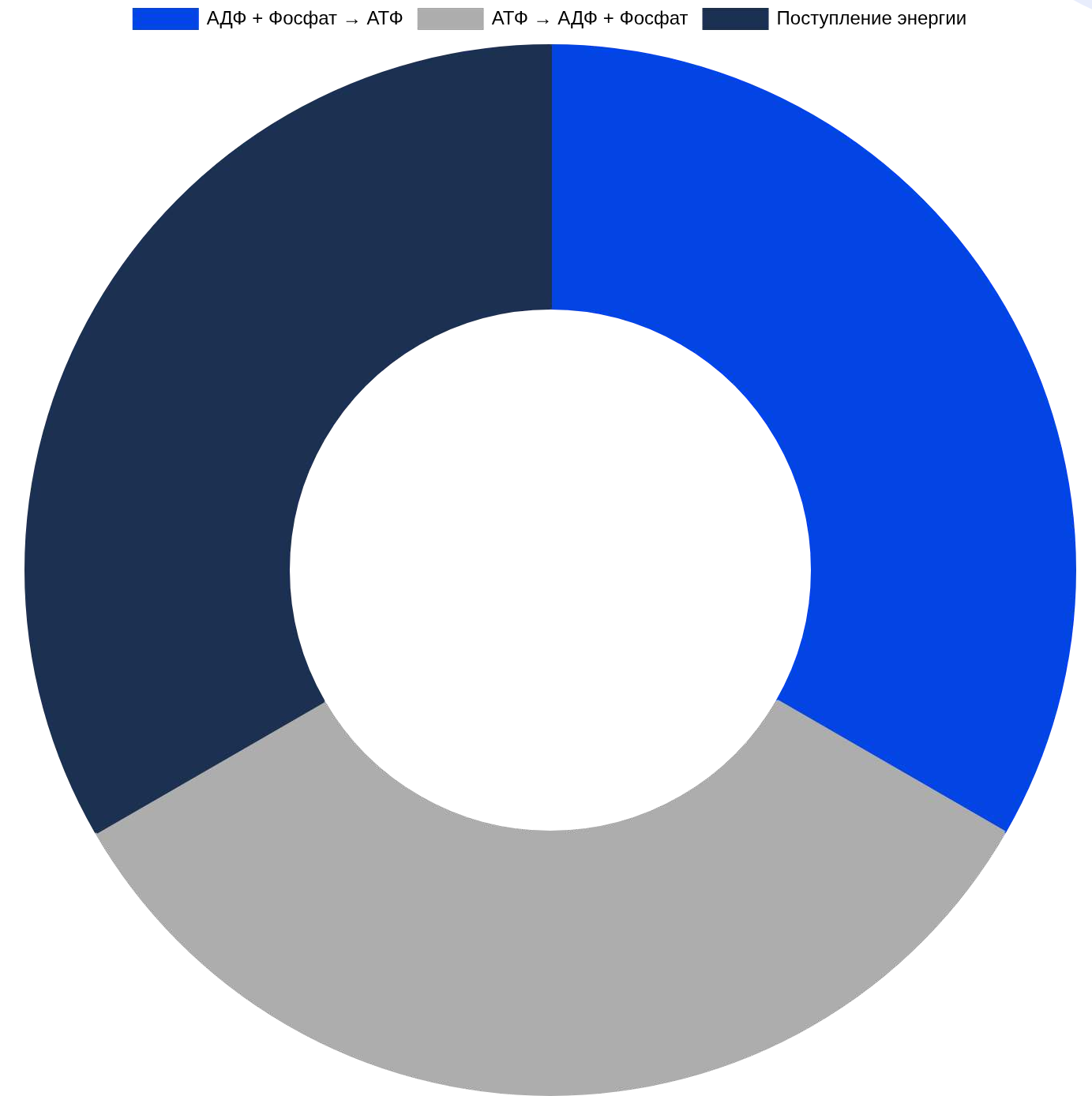
Работа клетки

АТФ обеспечивает активный транспорт, биосинтез веществ, движение органоидов и сокращение мышц. Именно поэтому её называют универсальной энергетической валютой живых систем.

Цикл превращений АТФ и АДФ

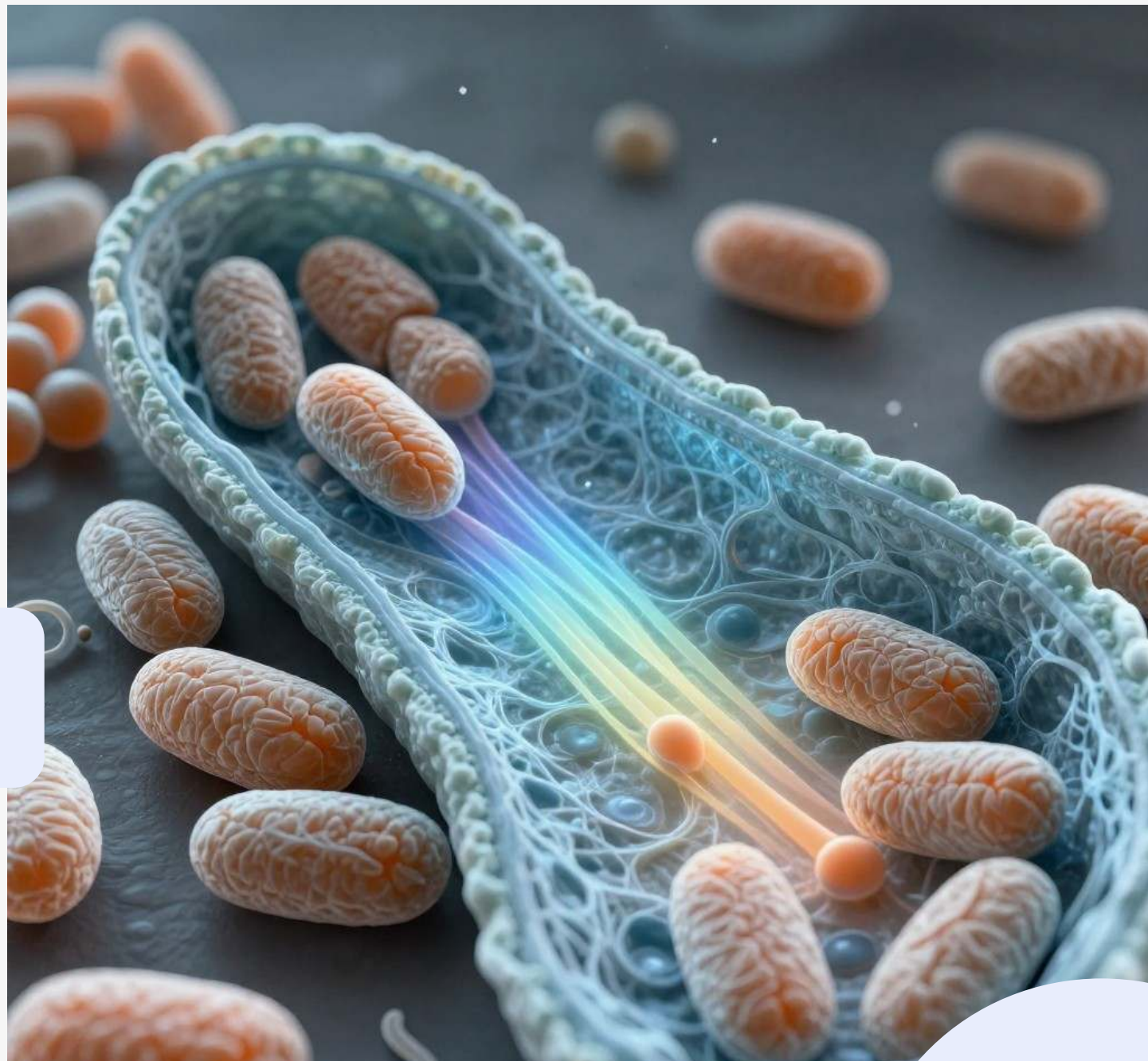
Цикл идёт непрерывно: энергия сначала запасается в АТФ, а затем быстро высвобождается в нужных участках клетки.

АТФ работает как кратковременный аккумулятор: синтез и распад молекулы постоянно уравнивают энергетические расходы клетки.



Схематическое обобщение по школьному курсу
биологии, 11 класс

Как клетка синтезирует АТФ



01

Митохондриальный этап →

В клетках животных и растений основная часть АТФ образуется в митохондриях. Здесь энергия распада органических веществ используется для накопления

протонов

02

Протонный градиент →

Разность концентраций протонов на мембране создаёт запас потенциальной энергии. Именно он становится источником для работы ферментного

03

Работа АТФ-синтазы →

Фермент АТФ-синтаза присоединяет неорганический фосфат к АДФ и завершает сборку молекулы АТФ. Этот процесс называют окислительным фосфорилированием.

04

Фотосинтетический путь →

У растений дополнительный синтез АТФ происходит в хлоропластах во время световой фазы фотосинтеза. Полученная энергия затем используется в реакциях образования органических веществ.

Потребность тканей в АТФ

Нейроны

Нервные клетки постоянно тратят АТФ на работу ионных насосов, поддержание мембранного потенциала и передачу нервных импульсов. Без этого нарушается быстрая связь между клетками.

Мышечная ткань

В мышечных волокнах АТФ необходима для сокращения миофибрилл. Чем интенсивнее движение или нагрузка, тем быстрее расходуется энергия и тем активнее идёт её восполнение.

Делящиеся клетки

Клетки роста, регенерации и эмбрионального развития нуждаются в АТФ для репликации ДНК, синтеза белков и расхождения хромосом в ходе деления.

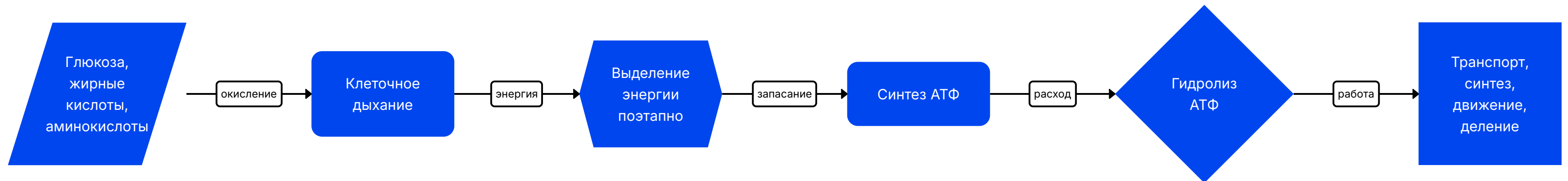
Эпителий

Эпителиальные ткани постоянно обновляются, поэтому им требуется значительное количество АТФ для синтеза новых молекул и поддержания барьерной функции на поверхности органов.



От распада питательных веществ к полезной работе клетки

Схема показывает, как энергия питательных веществ поэтапно переводится в АТФ и затем используется в клеточных процессах.





Сопоставление функций ДНК, РНК и АТФ в клетке

Сравнение показывает, что сходные по нуклеотидной основе молекулы выполняют разные, но взаимосвязанные функции.

ДНК задаёт программу, РНК её считывает, а АТФ обеспечивает энергию для выполнения клеточных процессов.

Молекула	Главная функция	Особенность	Процесс
ДНК	хранение информации	двойная спираль	репликация
РНК	реализация информации	одноцепочечность	трансляция
АТФ	перенос энергии	3 фосфата	активный транспорт

Единство наследственной информации и энергетического обмена

01

Гены и ферменты

Информация ДНК определяет строение белков, в том числе ферментов. Именно ферменты направляют реакции обмена веществ и обеспечивают синтез АТФ в клетке.

02

Энергия для считывания

Чтобы генетическая информация была реализована, клетке нужна энергия. АТФ расходуется при транскрипции, сборке белков на рибосомах и работе систем транспорта.

03

Репликация и деление

Перед делением клетки АТФ необходима для удвоения ДНК, работы ферментов репликации и последующего распределения наследственного материала между дочерними клетками.

04

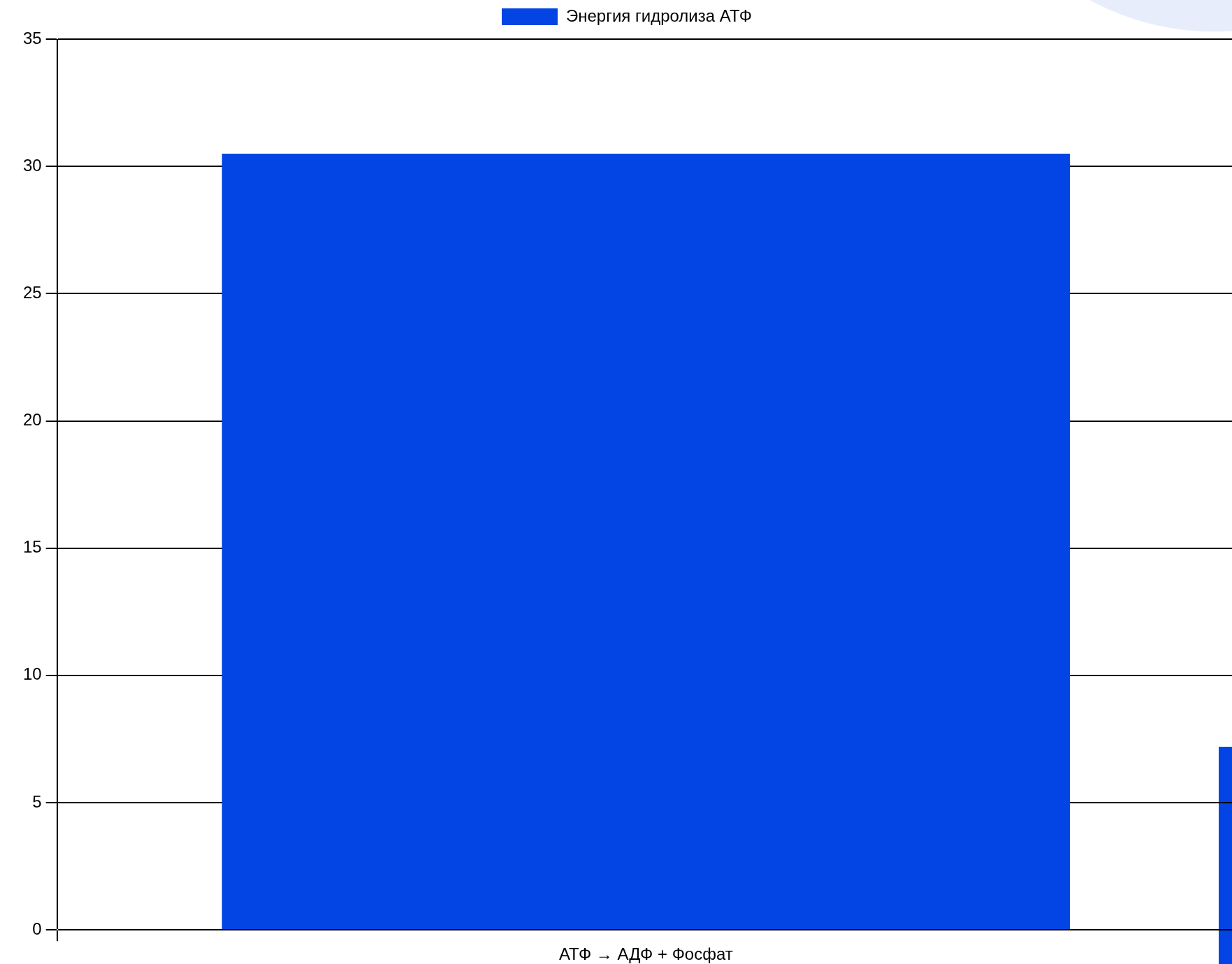
Целостность системы

Нуклеиновые кислоты и АТФ не существуют изолированно: одна группа молекул хранит и передаёт информацию, другая обеспечивает её практическое воплощение в жизни клетки.

Энергетический эффект гидролиза АТФ

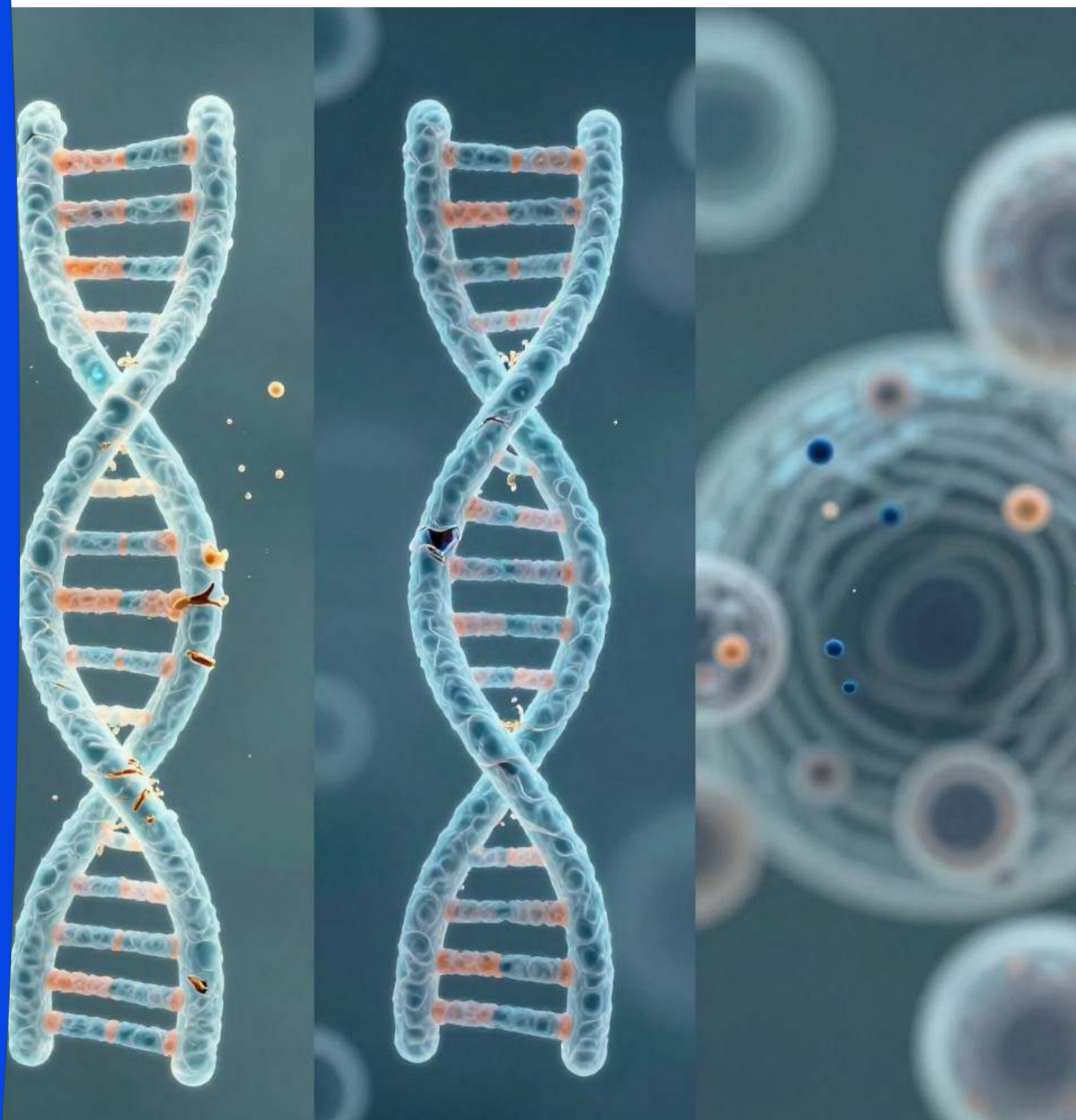
Порционное высвобождение энергии делает АТФ удобной для клеточных процессов, где важны точность, скорость и возможность быстрого восстановления запаса.

Одна макроэргическая связь обеспечивает заметный, но контролируемый энергетический эффект, достаточный для большинства кратковременных клеточных реакций.



Школьный курс биологии; стандартное значение гидролиза АТФ — около 30,5 кДж/моль

Последствия нарушений в работе ДНК, РНК и АТФ



- **Повреждения ДНК**
Мутации в ДНК могут нарушать синтез белков и изменять признаки организма. В тяжёлых случаях они становятся причиной наследственных заболеваний и злокачественного перерождения клеток.
- **Сбои РНК**
Если нарушается образование или работа РНК, страдает считывание генетической информации. Это ведёт к ошибкам в сборке белков и нарушению функций рибосом.
- **Дефицит АТФ**
Недостаток АТФ особенно быстро сказывается на нервной и мышечной тканях, а также на эпителии, где постоянно идут энергозатратные процессы обновления и работы.
- **Нарушение обмена**
Серьёзный сбой хотя бы в одной из этих молекул нарушает согласованность клеточных реакций. В результате страдают рост, деление, синтез веществ и поддержание жизнедеятельности.



Информация и энергия — две стороны жизни клетки

ДНК хранит наследственную программу, РНК переводит её в белок, а АТФ обеспечивает энергию для всех процессов. Вместе они создают целостную основу жизнедеятельности клетки.

