

**● ————— ●**  
**— ● наука по полочкам ● —**  
**● ————— ●**





# ГЕНЕТИКА для начинающих ≡ ≡ ≡ ПО ≡ ≡ ≡ ПОЛОЧКАМ

АНДРЕЙ ШЛЯХОВ



Издательство АСТ  
Москва

# ПРЕДИСЛОВИЕ



**Генетика** — это раздел биологии, занимающийся изучением закономерностей наследственности и изменчивости. Проще говоря, генетика позволяет понять, почему дети похожи на своих родителей, но не являются их точными копиями. Генетика — основа современной биологии, все направления которой, так или иначе, будут связаны с генетикой, поскольку нельзя изучать живые организмы в отрыве от программ их развития.



# ГЛАВА 1



## ГЕНЕТИКА НА МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ

### БЕРЕМ НА ЗАМЕТКУ!

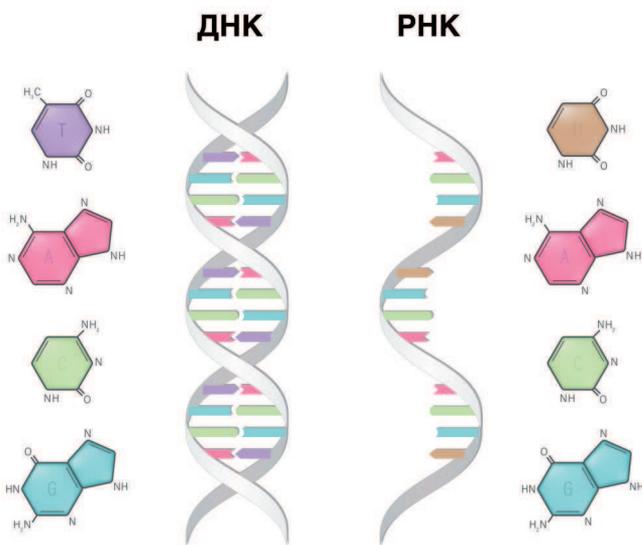
Носителями наследственной информации являются молекулы дезоксирибонуклеиновой (ДНК) и рибонуклеиновой кислот (РНК).

Молекулы ДНК и РНК относятся к **макромолекулам**. Так называются молекулы с высокой (очень большой) молекулярной массой, состоящие из многократно повторяющихся фрагментов — молекул с малой молекулярной массой. Фрагменты ДНК и РНК называются **нуклеотидами**.

### ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Название «нуклеиновые кислоты» произошло от латинского слова *nucleus* — «ядро» и было обусловлено тем, что эти вещества обнаружили в клеточном ядре.

В органическую химию углубляться мы не станем, поскольку нам будет достаточно общего представления о строении ДНК и РНК, конкретно — о строении нуклеотидов. Каждый нуклеотид состоит из азотистого основания, сахара и фосфатной группы. Генетикам важны азотистые основания — аденин (A), гуанин (G), цитозин (C), которые входят в состав как ДНК, так и РНК; тимин (T), который встречается только в ДНК; и урацил (U), встречающийся только в РНК. Лишь у некоторых организмов, составляющих исключение, в составе ДНК может встречаться урацил (U), но в человеческой ДНК его нет.



Вся информация о любом биологическом организме закодирована при помощи азотистых оснований. Их комбинации определяют многообразие всего мира живой природы. Речь идет не только о комбинациях четырех элементов друг с другом, но и о различных сочетаниях таких четырехэлементных комбинаций. Количество вариантов бесконечно.

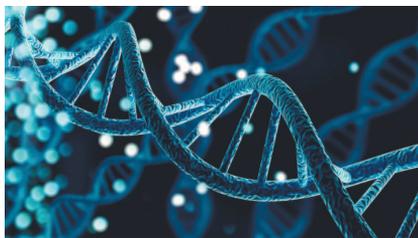
## БЕРЕМ НА ЗАМЕТКУ!

ДНК включает в себя четыре вида азотистых оснований — аденин (А), гуанин (G), тимин (Т) и цитозин (С). Информация о любом организме закодирована при помощи четырех «букв» — А, G, Т и С.

Двух полностью схожих молекул ДНК в природе не существует, за исключением ДНК клонированных организмов. На этой индивидуальности основаны генетическая криминалистика и судебно-медицинская генетика — любого человека можно со стопроцентной точностью идентифицировать по его ДНК, точнее, чем по отпечаткам пальцев.

## ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Общая длина молекул ДНК, содержащихся в одной человеческой клетке, составляет около двух метров. Человеческий организм состоит примерно из 37 триллионов клеток, следовательно совокупная длина молекул ДНК нашего организма — 74 миллиарда километров!



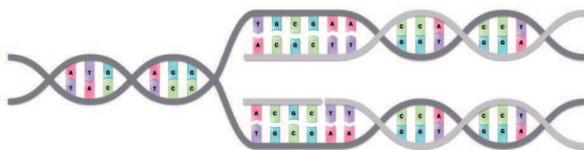
Молекулы ДНК не просто огромны, она гигантские, число нуклеотидов в них может доходить до нескольких сотен миллионов. Природа стремится к компактности, поэтому гигантская молекула ДНК состоит не из одной, а из двух нуклеотидных цепочек, которые еще и закручены вокруг своей оси в спираль. Получается этакая двойная пружина.

### БЕРЕМ НА ЗАМЕТКУ!

Молекулы ДНК обладают способностью к репликации, то есть к самовоспроизведению. Клетки размножаются делением, следовательно, каждая дочерняя клетка непременно должна получить от материнской полную копию наследственной информации.

Процесс репликации происходит так: по расплетенным цепочкам ДНК «ползут» два белковых комплекса, содержащих фермент под названием «ДНК-полимераза» и делают копии. В ходе процесса образуются две дочерние молекулы ДНК. «Расплетение» двойной спирали для копирования обеспечивает особый фермент, который называется хеликазой. Хеликаза выполняет в процессе репликации роль ножниц.

#### РЕПЛИКАЦИЯ ДНК



## ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

Ферментами, или энзимами, называются молекулы белков или РНК, ускоряющие химические реакции в живых системах.

Разумеется, никакое дело не обходится без ошибок. Во время репликации вместо нужного нуклеотида в цепочку может быть встроен другой, содержащий иное азотистое основание. В результате изменится наследственный код — вот вам пример изменчивости.

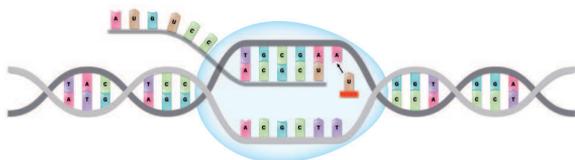
## ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Если бы не было изменчивости, то нашу планету сейчас населял бы один-единственный биологический вид — потомки той клетки, с которой началась жизнь.

В отличие от молекулы ДНК, молекула РНК короче и состоит из одной цепочки. Вместо тимина (Т) в ней присутствует урацил (U). Молекулы РНК синтезируются на **матрицах** — молекулах ДНК. Этот процесс называется транскрипцией. Транскрипция напоминает репликацию — по матрице (молекуле ДНК) ползет фермент РНК-полимераза и по считываемому коду синтезирует молекулу РНК.

Молекулы РНК, в свою очередь, служат матрицами для синтеза молекул различных белков.

## ТРАНСКРИПЦИЯ РНК



Этот процесс называется трансляцией. Зачем усложнять — сначала синтезировать РНК на матрице ДНК, а затем на матрице РНК синтезировать белковые молекулы? Зачем нужны посредники, ведь лучше, проще и удобнее обходиться без них? Да и процент ошибок будет ниже... Дело в том, что молекула ДНК — слишком громоздкая матрица. Маленькие матрицы РНК гораздо удобнее для синтеза белковых молекул, и это удобство оправдывает затраты на их производство. Для сравнения можно привести следующий пример: площадь помещений удобнее измерять большой двадцатиметровой рулеткой, а при изготовлении полок или табуретов удобнее использовать маленькую метровую. Кроме того, чем больше матриц, тем интенсивнее идет синтез.

### ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

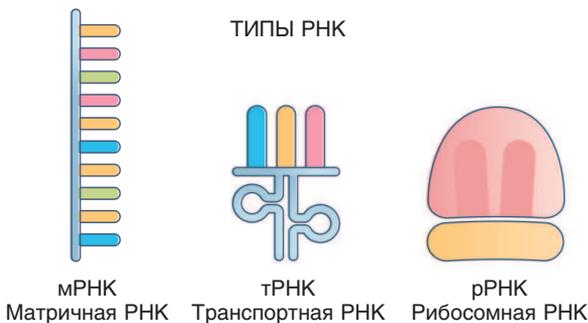
Молекулы РНК служат не только матрицами. Они входят в состав ряда ферментов и сами по себе тоже способны проявлять ферментативную активность, которая выражается в способности «разрывать» другие молекулы РНК или, напротив, «склеивать» их фрагменты.

РНК, выступающие в роли самостоятельных ферментов, называются рибозимами. Существует также транспортная РНК, которая переносит аминокислоты к ме-

сту синтеза белков. А малютка РНК-праймер, состоящая из десятка нуклеотидов, выполняет очень важную функцию — запускает процесс репликации ДНК.

### БЕРЕМ НА ЗАМЕТКУ!

Если молекулы РНК, служащие матрицей для синтеза белков, имеют вид одной длинной спирали, то все прочие, «нематричные», виды РНК состоят из многочисленных коротких спиралей, образующих нечто вроде клубка.



### ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

В нашем организме существует так называемая «мусорная ДНК». Так называют участки молекул ДНК, не выполняющие никакой функции, то есть не хранящие никакой информации. С учетом того, что к «мусору» относится более 90% молекулы ДНК, можно с уверенностью предположить, что нам просто неизвестны функции этих участков, ведь у природы ничего лишнего и ненужного не бывает.

# ГЛАВА 2



## КЛЕТКИ И ВИРУСЫ

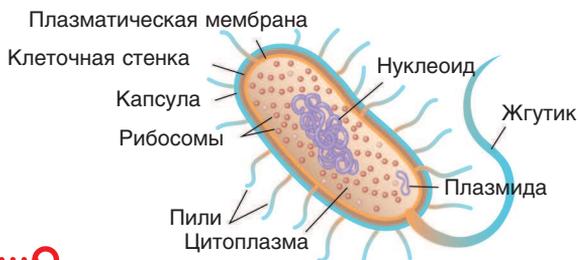
Для обстоятельного знакомства с генетикой нам нужно вспомнить азы биологии — строение живой клетки. Заодно поговорим и о вирусах.

**Клетка** является самой маленькой структурной и функциональной единицей всего живого, а наш организм представляет собой совокупность клеток. Но существуют организмы, состоящие всего из одной-единственной клетки. Например, **бактерии**.

### ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

Клетки могут быть самыми разными — самостоятельными организмами или частью многоклеточного организма, животными или растительными, нервными или мышечными и так далее, но, несмотря на это многообразие, все они имеют схожее строение.

#### СТРУКТУРА КЛЕТКИ БАКТЕРИИ



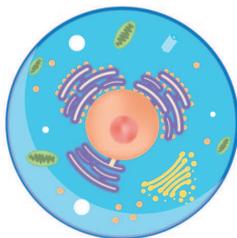
Основными функциональными частями клетки являются:

- поверхностный комплекс, основу которого составляет клеточная мембрана, ограничивающая содержимое клетки и отделяющая клетку от внешней среды;
- ядерное вещество, содержащее ДНК;
- цитоплазма, в которой располагаются клеточные органы — органоиды (органеллы) и различные включения (например, капельки жира).

Ядерное вещество может быть оформленным в ядро со своей оболочкой или неоформленным, свободно «плавающим» в цитоплазме.

### БЕРЕМ НА ЗАМЕТКУ!

Клетки подразделяются на две большие группы — прокариоты, не имеющие оформленного ядра и обладающие относительно простым строением, и эукариоты, клетки со сложной структурой, имеющие оформленное ядро.



Эукариотическая клетка



Прокариотическая клетка

Клетки прокариот имеют весьма малые размеры (0,5–5 мкм в диаметре). В эволюционном отношении прокариоты считаются более древними, чем эукариоты. Есть такое неформальное правило эволюции: «чем проще —

тем древнее». Сложность строения клетки определяется количеством ее органов, точнее — органоидов.

Из всех клеточных органоидов для нас сейчас важны рибосомы — сферические образования, не имеющие своей мембраны, которые выполняют очень важную функцию синтеза белков из аминокислот в соответствии с информацией, записанной в молекуле РНК. Рибосомы присутствуют во всех без исключения клетках — и у эукариот, и у прокариот. Ну и, конечно же, важно клеточное ядро, в котором заключена основная часть генетического материала клетки.

### ЭТО ИНТЕРЕСНО!



Количество рибосом в клетке может достигать десятков миллионов.

У многих вирусов РНК играет роль ДНК, то есть является хранителем наследственной информации. Но это не единственное отличие вирусов от других живых организмов. Впрочем, слово «других» можно и убрать, поскольку одни ученые считают вирусы особой, неклеточной формой жизни, а другие — всего лишь комплексами органических молекул, которые способны взаимодействовать с живыми организмами.