



Инструкция, которую ты получил при рождении

*Почему у тебя мамин нос и папины уши, откуда берутся рыжие
волосы и что такое гены*



Человек · 8–12 лет · 9 минут

Внутри каждой твоей клетки лежит инструкция длиной в три миллиарда букв — половину написала мама, половину папа. Как она устроена, почему родные братья и сёстры не близнецы и откуда в семье берутся неожиданные рыжие.

Чужой человек угадывает твою фамилию

Бывает так: приходит мамина подруга, смотрит на тебя и говорит — «ну вылитый отец». Ты отца видишь каждый день и особого сходства не замечаешь. А посторонний человек заметил за три секунды.

Сходство между родственниками — штука, которую все знают и никто обычно не объясняет. Откуда берётся мамин нос на твоём лице? Как форма ушей попадает от бабушки к внуку, минуя, например, отца?

Ответ спрятан внутри каждой твоей клетки, и он записан текстом.

Инструкция на три миллиарда букв

Твоё тело состоит примерно из тридцати триллионов клеток. Почти в каждой есть ядро, а в ядре — молекула ДНК. Это и есть инструкция.

ДНК похожа на скрученную верёвочную лестницу. Её ступеньки бывают всего четырёх видов, и обозначают их четырьмя буквами: А, Т, Г, Ц. Всё, что записано в инструкции, записано этими четырьмя буквами, как книга — буквами алфавита или как компьютерный файл — нулями и единицами.

Длина текста — около трёх миллиардов ступенек. Если распечатать его обычным книжным шрифтом, получится библиотека примерно в тысячу толстых томов. И весь этот текст помещается в ядре клетки, которое не разглядеть без микроскопа: нить ДНК в одной клетке при полном распрямлении вытянулась бы на два метра, а сложена она в комочек размером в тысячные доли миллиметра.

Осмысленные куски этого текста называются генами. Ген — это как один абзац инструкции: «сделать такой-то белок». Белки потом строят и обслуживают всё остальное: цвет глаз, форму носа, скорость роста костей.



Молекула ДНК похожа на скрученную верёвочную лестницу

Ген

Участок ДНК, в котором записана инструкция для одной конкретной задачи — обычно для сборки одного белка. Слово происходит от греческого *genos*, «род», «происхождение». У человека примерно двадцать тысяч генов. Для сравнения: примерно столько же их у крошечного червяка длиной в миллиметр. Дело не в количестве абзацев, а в том, как и когда они включаются.

Две копии: одна мамина, одна папина

Теперь ключевая деталь. Инструкция у тебя не одна, а в двух экземплярах.

ДНК упакована в 46 отдельных мотков — хромосом. Они разбиты на 23 пары, и в каждой паре одна хромосома пришла от мамы, а вто-

рая от папы. Получается, по каждому вопросу у тебя есть два ответа: мамин вариант гена и папин.

Что делать, если варианты разные? Иногда они смешиваются, но часто один из них перевешивает другой. Такой вариант называют сильным, или доминантным, а тот, что уступает, — слабым.

Вот тут и объясняется загадка про дедушку. Слабый вариант не исчезает — он просто молчит, пока рядом сильный. Он может тихо передаваться через поколение и проявиться у внука, когда встретится с таким же слабым вариантом от второго родителя.

Классический пример — рыжие волосы. Рыжий вариант слабый. У двух нерыжих родителей вполне может родиться рыжий ребёнок, если оба носили этот вариант молча.

Синие глаза появились сравнительно недавно

Все люди с голубыми глазами, судя по всему, унаследовали один и тот же вариант гена от общего предка, жившего несколько тысяч лет назад. То есть когда-то на всей Земле не было ни одного голубоглазого человека, потом у кого-то одного возникло крошечное изменение в ДНК — и сегодня голубые глаза у сотен миллионов людей.

Почему брат и сестра не одинаковые

Если оба ребёнка получили инструкции от одних и тех же родителей, почему они не копии друг друга?

Потому что каждый родитель передаёт не весь свой набор, а ровно половину — и половина всякий раз выбирается заново.

Представь колоду из 46 карт, где 23 синие (от бабушки) и 23 жёлтые (от дедушки). Чтобы сделать половинку для будущего ребёнка, организм берёт из каждой пары одну карту — какую именно, решает случай. Уже одно это даёт больше восьми миллионов вариантов. А перед раздачей парные хромосомы ещё и обмениваются кусочками между собой, так что карты получаются наполовину перекрашенными.

Помножь это на такую же случайность со второй стороны — и станет понятно, почему родные братья и сёстры похожи, но не одинаковы. В среднем они совпадают примерно наполовину.



Каждый родитель отдаёт половину набора, и всякий раз половина новая

Исключение — однояйцевые близнецы. Они получаютс из одной клетки, которая разделилась надвое, и текст инструкции у них практически совпадает. Именно поэтому близнецы так похожи. Но даже они не полностью одинаковы: отпечатки пальцев у них разные, потому что узор складывается в утробе отчасти случайно.

Инструкция — не приговор

Важно не переусердствовать. ДНК — это не расписание жизни, а скорее набор заготовок.

Рост зависит от генов, но и от еды тоже: за прошедшее столетие люди в большинстве стран заметно подросли, а гены за сто лет так измениться не могли — изменилось питание. Загар не записан в ДНК, он появляется от солнца. Умение играть на гитаре не наследуется вообще никак.

Многие признаки вдобавок зависят не от одного гена, а от множества сразу. Цвет глаз, рост, форма лица складываются из вкладов десятков и сотен участков, и предсказать результат заранее почти невозможно. Поэтому простые школьные схемы вроде «у кареглазых родителей не бывает голубоглазых детей» — упрощение, и на практике бывают исключения.

Семейная перепись признаков

1. Начерти таблицу: в строках — родственники, которых ты можешь расспросить, в столбцах — признаки.
2. Возьми признаки, которые легко проверить: может ли человек свернуть язык трубочкой; прирастает мочка уха к щеке или висит свободно; есть ли ямочки на щеках при улыбке; какая рука оказывается сверху, если скрестить руки на груди.
3. Заполни таблицу по бабушкам, дедушкам, родителям, братьям, сёстрам и себе. Чем больше людей, тем интереснее.
4. Посмотри, где сходство идёт через поколение, а где нет.

Предупреждение для честности: «язык трубочкой» часто приводят как пример простого гена, но исследования близнецов показали, что всё сложнее и этому отчасти можно научиться. Так что таблица — повод подумать, а не готовый ответ.

Человек, который считал горох

Всё это придумали не в наше время. Правила наследования открыл в середине XIX века монах Грегор Мендель в саду монастыря в городе Брно.

Он взял горох и восемь лет скрещивал растения, аккуратно записывая результаты: сколько получилось гладких горошин, сколько морщинистых, сколько высоких стеблей, сколько низких. Почти тридцать тысяч растений, и всё вручную.

Мендель заметил то, чего не видели другие: признаки передаются не «смешиваясь в кашу», а отдельными порциями, и в потомстве получаются устойчивые соотношения — например, три к одному. О ДНК



Мендель восемь лет считал горошины в монастырском саду — и открыл правила наследования

тогда никто не знал, но Мендель понял главное: наследуются отдельные единицы.

Его работу опубликовали в 1866 году, и её почти никто не заметил. Мендель умер, так и не узнав, что оказался прав. Про его статью вспомнили только в 1900 году — через шестнадцать лет после его смерти.

Главное в трёх строчках

- В каждой клетке лежит инструкция из ДНК — текст из четырёх букв длиной около трёх миллиардов ступенек.
- Ты получил её в двух экземплярах: половину от мамы, половину от папы; слабые варианты не исчезают, а молчат и могут проявиться через поколение.

- Каждому ребёнку достаётся новая случайная половина, поэтому братья и сёстры похожи, но не одинаковы, — а многое в человеке зависит не только от генов.

Вопросы для размышления

- Если у обоих родителей карие глаза, а у ребёнка голубые, что это говорит о том, что родители носили в себе?
- Однояйцевые близнецы имеют почти одинаковую ДНК, но разные отпечатки пальцев. Что это значит про то, как складывается человек?
- Мендель был прав, но его работу не замечали тридцать лет. Как думаешь, почему хорошая идея может пролежать без внимания так долго?