

УДК 575  
ББК 28.04  
P49

Matt Ridley  
GENOME

Copyright © 1999 by Matt Ridley

**Ридли, Мэтт.**

P49      Геном : автобиография вида в 23 главах / Мэтт Ридли ; [пер. с англ. О.Н. Ревы]. — Москва : Издательство «Э», 2016. — 544 с. — (civilization).

ISBN 978-5-699-85430-1

Генетика развивается стремительно. Ее развитие часто сравнивают с революцией. Уследить за тем, как изменяются наши представления о жизни и наследственности, не успевает не только широкая публика, но и специалисты. Это порождает массу слухов и домыслов о страшных мутантах, которых коварные ученые штампуют в своих лабораториях, тогда как поразительные открытия новых методов диагностики и лечения генетических заболеваний, включая рак, остаются незамеченными или непонятыми. Книга Мэтта Ридли очень актуальна. Просто и доступно автор представил историю генетики от первых догадок до ошеломляющего прорыва, начавшегося с открытия структуры ДНК Уотсоном и Криком.

УДК 575  
ББК 28.04

ISBN 978-5-699-85430-1      © Рева О.Н., перевод на русский язык, 2016  
© Оформление. ООО «Издательство «Э», 2016

# СОДЕРЖАНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| Благодарности . . . . .                         | 8   |
| Введение . . . . .                              | 10  |
| Краткий словарь терминов . . . . .              | 13  |
| От редактора перевода . . . . .                 | 20  |
| Хромосома 1. Жизнь . . . . .                    | 23  |
| Хромосома 2. Душа . . . . .                     | 45  |
| Хромосома 3. История открытий . . . . .         | 69  |
| Хромосома 4. Злой рок . . . . .                 | 97  |
| Хромосома 5. Окружающая среда . . . . .         | 116 |
| Хромосома 6. Одаренность . . . . .              | 134 |
| Хромосома 7. Инстинкт . . . . .                 | 160 |
| Половые хромосомы. Конфликт . . . . .           | 187 |
| Хромосома 8. Эгоизм . . . . .                   | 214 |
| Хромосома 9. Болезни . . . . .                  | 238 |
| Хромосома 10. Стрессы . . . . .                 | 256 |
| Хромосома 11. Индивидуальность . . . . .        | 279 |
| Хромосома 12. Индивидуальное развитие . . . . . | 300 |
| Хромосома 13. История народов . . . . .         | 322 |
| Хромосома 14. Бессмертие . . . . .              | 338 |

## Содержание

|  |     |
|--|-----|
| Хромосома 15. Мужское и женское начало . . . . . | 357 |
| Хромосома 16. Память . . . . .                   | 380 |
| Хромосома 17. Смерть . . . . .                   | 400 |
| Хромосома 18. Исцеление . . . . .                | 418 |
| Хромосома 19. Меры предосторожности . . . . .    | 445 |
| Хромосома 20. Политика . . . . .                 | 467 |
| Хромосома 21. Евгеника . . . . .                 | 495 |
| Хромосома 22. Свобода выбора . . . . .           | 522 |

*Эта книга посвящается моим родителям и детям*

## БЛАГОДАРНОСТИ

Сел писать благодарности и только сейчас осознал, сколько же людей я побеспокоил и оторвал от дел бесконечными вопросами, звонками и электронными письмами. И всюду я находил поддержку и чуткое внимание. Невозможно сейчас упомянуть каждого по имени, но я чувствую себя обязанным высказать искреннюю благодарность моим коллегам и верным помощникам: Биллу Амосу, Розалинде Арден, Кристоферу Бэдкоку, Розе Бэддингтон, Давиду Бентли, Рэю Блэнчарду, Сэму Бриттану, Фрэнсису Крику, Герхарду Кристофори, Полу Дэвису, Барри Диксону, Ричарду Дурбину, Джиму Эдвардсону, Мирне Гопник, Энтони Готлибу, Дину Хаммеру, Нику Хасти, Бретту Холланду, Тони Инграму, Мэри Джеймс, Хармке Каммингу, Теренсу Кэйли, Арнольду Левину, Колину Мерритту, Джеффри Миллеру, Грэйму Митчисону, Андерсу Моллеру, Оливеру Мортону, Киму Насмису, Саше Норрис, Марку Пейджелу, Роуз Патерсон, Дэвиду Пенни, Марион Петри, Стивену Пинкеру, Роберту Пломину, Энтони Пулу, Кристин Рис, Джанет Россант, Марку Ридли, Роберту Саполски, Тому Шекспиру, Анцино Сильве, Ли Сильверу, Тому Страхану, Джону Салстону, Тиму Тулли, Томасу Фогту, Джиму Уотсону, Эрику Вишаусу и Яну Уилмуту.

Я признателен коллегам, работающим со мной в Международном центре жизни над воплощением в жизнь проекта «Геном человека». Без их поддержки и глубоких знаний в различных областях биологии и генетики мне вряд ли удалось бы написать эту книгу. Особо хочу поблагодарить Аластера Боллса, Джона Берна, Линду Конлон, Яна Феллса, Ирену Нигуист, Нейла Салливана, Элспет Уиллс и многих других.

Некоторые разделы двух глав сначала были опубликованы в газетах и журналах. Я благодарен редакторам Чарльзу Муру из Daily Telegraph и Дэвиду Гутхарту из Prospect за оказанное содействие.

Мой агент Фелисити Брайан — это само воплощение делового энтузиазма. А моя рукопись стала книгой только после того, как три литературных редактора безжалостно, но справедливо (теперь я это вижу), обошлись с моим текстом. Спасибо вам, Кристофер Поттер, Марион Маннекер и Мартен Карбо.

Но кого я хочу поблагодарить с особым теплом и любовью, — это мою жену Аню Хелберт.

## ВВЕДЕНИЕ

Геном человека — полный набор генов, определяющих наш внешний вид и внутреннее строение, — упакован в 23 пары хромосом. Хромосомы нумеруют в порядке уменьшения их размера от самой большой (1-й), до самой маленькой (22-й) пары. Но из этого ряда выпадают половые хромосомы: у женщин — две большие хромосомы X, а у мужчин — одна X, а другая, маленькая, Y. По своему размеру хромосома X находится между 7-й и 8-й хромосомами, а хромосома Y — самая маленькая в геноме.

Само по себе число 23 не несет никакого биологического смысла. У многих видов, включая наших ближайших родственников — человекообразных обезьян, хромосом больше, у других видов их меньше. Группирование взаимосвязанных генов, или генов, выполняющих одинаковые функции, также совсем не обязательно. Вот почему однажды несколько лет назад, склонившись над своим ноутбуком, я был поражен репликой моего коллеги, эволюционного биолога Дэвида Хэйга (David Haig), о том, что ему больше всего нравится 19-я хромосома. «На ней собраны самые озорные гены», — сказал он. До этого я никогда не слышал о такой персонализации хромосом. Мне они всегда представлялись простыми наборами случайно подобранных генов. Но удачно брошенное замечание Хэйга прочно засело у меня в голове.

Почему бы не написать историю генома человека, переходя от хромосомы к хромосоме и подбирая такие гены, которые воплощали бы «характер» каждой из них? Подобным образом написал автобиографию Примо Леви (Primo Levi), представив свою жизнь как периодическую таблицу Менделеева. Свою жизнь он разделил на главы в соответствии с тем, изучением какого химического элемента занимался в это время.

Я стал представлять себе геном человека как своеобразную автобиографию. В геноме с помощью генетического кода записаны все превратности и достижения эволюции нашего вида, начиная с самых дальних глубин геологических эпох. У нас есть гены, которые практически не изменились с того времени, когда в кембрийской грязи зашевелилось первое живое одноклеточное существо. Одни гены появились, когда наши предки были червями, а другие — когда они стали рыбами. Некоторые гены зафиксировались в настоящем виде потому, что наши предки пережили эпидемию страшной болезни. А есть еще гены, с помощью которых можно проследить миграции людей по Земле за последние тысячелетия. Наш геном — это летопись вида, начатая четыре миллиарда лет назад и продолжающаяся по сей день.



Примо Леви (1919–1987) — итальянский химик, известный также своей литературной и общественной (антифашистской) деятельностью. Мэтт Ридли упоминает известную автобиографию Леви *Se Questo é un Uomo* («Если это человек»), переведенную на английский язык и изданную в США.



Я записал в столбик все 23 хромосомы и напротив каждой из них отметил определенную сторону человеческого бытия. Затем, перебирая ген за геном, я отыскивал те из них, которые соответствовали бы тематике, заданной для этой хромосомы. Сколько раз отчаяние охватывало меня, когда я не находил нужного гена или находил его не на той хромосоме. Я долго думал, как поступить с половыми хромосомами. Наконец решил поместить их после 7-й хромосомы по размеру хромосомы X. Вот почему последняя, 23-я, глава этой книги названа «Хромосома 22».

Боюсь, что мой подход к написанию книги может ввести читателя в заблуждение. Например, некоторые подумают, что хромосома 1 была первой в человеческом геноме, что совершенно неверно. Или что 11-я хромосома отвечает исключительно за становление человеческой личности, что тоже не так. В геноме человека насчитывается от 60 000 до 80 000 генов. Я не мог в этой книге рассказать обо всех генах, хотя бы потому, что на сегодня описано только чуть больше 8000 (но каждый год число известных генов возрастает примерно на сотню). Кроме того, многие гены были бы не интересны читателям, поскольку они играют скромную роль стрелочников на многочисленных перекрестках биохимических путей.

Цель книги состоит в том, чтобы провести быструю, но увлекательную экскурсию по геному человека с оговорками у самых ярких достопримечательностей, которые наиболее полно могут рассказать о нашей истории. Мы с вами — счастливое поколение, которому впервые удалось раскрыть книгу человеческого генома. Благодаря

возможности заглянуть в геном мы получили больше сведений о наших истоках, эволюции и природе, чем позволили это сделать все предыдущие научные открытия. Генетика наших дней революционизировала антропологию, психологию, медицину, палеонтологию и многие другие области науки. Я не утверждаю, что все в человеке определяется исключительно генами, но будет верно сказать, что гены так или иначе влияют на все стороны нашей жизни.

В этой книге приводятся многие факты, открытые в ходе выполнения проекта «Геном человека», хотя основную цель проекта — картирование всех генов на хромосомах — мы оставим в стороне. Проект еще не закончен, но, без сомнений, до конца этого десятилетия мы увидим по крайней мере первый черновик генетической карты человека. Удивительно, как мало времени прошло от практически незнания до создания полного реестра всех генов. Я абсолютно уверен, что сейчас наступил переломный момент в истории нашей цивилизации. Не принимаю никаких возражений! То, что было тайной жизни за семью печатями, в течение нескольких десятилетий стало явью. И мы — первое поколение, приоткрывшее завесу тайны. Мы с вами стоим на пороге потрясающих открытий, а также перед новыми загадками. Это и есть тема данной книги.

### **Краткий словарь терминов**

В этом разделе я объясню в повествовательной форме смысл некоторых терминов, используемых в генетике. Бегло просмотрите раздел, а затем, когда в книге

вам встретится непонятный термин, вернитесь к этому словарю. Количество терминов в современной генетике может привести любого в замешательство. Я приложил максимум усилий, чтобы предельно сократить использование терминов в этой книге, но без некоторых понятий обойтись невозможно.

Человеческий организм состоит примерно из 100 триллионов (миллион миллионов) клеток. Диаметр большинства из них не превышает десятой доли миллиметра. Внутри каждой клетки есть темное уплотненное тело, называемое ядром. Полный набор генов называется геномом. В ядре содержится два генома — один от матери, другой от отца. (Исключением являются половые клетки, содержащие только один геном, и красные кровяные клетки, вообще лишенные ядра.) Каждый геном содержит приблизительно 60 000–80 000 генов, собранных на разных хромосомах. (Как вы помните, у человека 23 хромосомы.) В действительности между генами материнского и отцовского геномов всегда есть некоторые отличия, в результате чего у одних людей глаза голубые, у других — карие. От родителя к ребенку передается только один геном, но до этого между материнскими и отцовскими хромосомами происходит обмен участками — рекомбинация.

Представим себе, что геном — это поваренная книга.

- Книга состоит из 23 глав, называемых хромосомами.
- Каждая глава содержит тысячи «рецептов» белков, называемых генами.

- Текст каждого рецепта состоит из «абзацев», называемых экзонами, которые прерываются не относящимися к рецепту «рекламными баннерами» — интронами.
- Текст «рецептов» написан «словами» — кодонами.
- Каждое «слово» состоит из «букв» — нуклеотидов.

В книге нашего генома миллиард «слов», т. е. в 5000 раз больше, чем в этой книге, или в 800 раз больше, чем в Библии. Если я буду называть каждый нуклеотид генома со скоростью одно слово в секунду по восемь часов в день, на это уйдет столетие. Если записать геном человека в одну строку буква за буквой, отведя каждой по 1 мм, длина строки будет равна протяженности реки Дунай. Это гигантский документ, невероятная по своему объему книга рецептов приготовления всего, что есть в нашем организме. И при всем этом геном умещается внутри микроскопического ядра клетки, которое свободно разместится на кончике иглки.

Представление генома в виде книги — не простая метафора. Между ними много общего. Книга — это информация, записанная строкой дискретных знаков с заданным направлением чтения. Информация кодируется с помощью комбинаций ограниченного числа символов (алфавита), в результате чего образуется огромное число слов (лексикон). В геноме все происходит точно так же. Небольшое отличие состоит в том, что в русском языке текст всегда читается слева направо, а гены на хромосоме могут считываться в разных направлениях, но

никогда — в обоих сразу. (В литературе геном еще часто сравнивали с копиркой. Но мне не нравится это сравнение, во-первых, потому что в наше время компьютеров уже мало кто знает, что такое копировальная бумага, а во-вторых — потому что это сравнение неправильно по своей сути. Лист бумаги с копиркой представляет собой двухмерную, а не линейную структуру, в которой информация не считывается, а передавливается.)

Еще одно отличие состоит в том, что слова в книгах могут иметь разную длину, а каждое «слово» генетического кода всегда имеет длину в три нуклеотида, которые обозначаются следующими буквами: А (аденин), С (цитозин), G (гуанин) и Т (тимин). Кроме того, текст генома записан не на бумагу, а инкрустирован в длинную полимерную цепь остатков сахара рибозы и фосфорной кислоты, известную как ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота). Каждая хромосома представляет собой пару длинных (очень длинных) спирально закрученных нитей ДНК, в которых буквы-нуклеотиды выглядят как боковые ответвления, обращенные друг к другу.

Геном — это очень «умная» книга. При благоприятных условиях она может самостоятельно копироваться и читаться без чьего-либо участия. Копирование генома называется репликацией, а считывание «рецептов» для приготовления белков — трансляцией. Репликация возможна благодаря важному свойству нуклеотидов — способности образовывать пары: А и Т тяготеют друг к другу, так же ведут себя G и С. В результате одноцепочечная

молекула ДНК может быть затравкой для образования своей комплементарной копии: к нуклеотиду А прикрепляется нуклеотид Т, к Т — А, к G — C, а к C — G. Затем парные нуклеотиды сшиваются в новую цепь ДНК. Именно в виде двойной спирали исходной и комплементарной цепей ДНК представлена в хромосомах.

Копия комплементарной цепи ДНК возвращает нас к исходной последовательности нуклеотидов. Например, последовательность ACGT копируется в комплементарную последовательность TGCA, а та, в свою очередь, вновь копируется в ACGT. Благодаря этому ДНК может передаваться в неизменном виде из поколения в поколение, сохраняя записанную в ней информацию.

Трансляция — это более сложный процесс. Сначала на основе тех же принципов комплементарности нуклеотидов происходит копирование участка ДНК (транскрипция) в молекулу РНК. По химическому составу РНК лишь слегка отличается от ДНК. Это такая же линейная последовательность нуклеотидов, только вместо буквы Т (тимина) в ней используется буква U (урацил). Одноцепочечная молекула РНК, скопированная с ДНК, называется информационной РНК. Эта молекула сразу же подвергается сложным ферментативным изменениям, в результате которых из нее вырезаются интроны, а экзоны сшиваются в новую последовательность (сплайсинг информационной РНК).

Затем готовая информационная РНК захватывается в клетке микроскопическими тельцами — рибосомами, которые сами частично построены из РНК. Рибосома

перемещается вдоль информационной РНК, преодолевая за шаг один кодон, и преобразует генетический код в букву другого алфавита, состоящего из 20 разных аминокислот. Аминокислоты подносятся к месту сборки с помощью небольших молекул транспортных РНК. (Для каждой аминокислоты существует своя транспортная РНК.) По мере продвижения рибосомы вдоль информационной РНК растет цепь присоединенных аминокислот, последовательность которых точно совпадает с последовательностью соответствующих кодонов в гене. После окончания трансляции всей информационной РНК цепь аминокислот сворачивается в трехмерную структуру, форма и свойства которой полностью определяются последовательностью аминокислот. Так образуется новое химическое соединение — белок, или протеин.

Практически все, из чего состоит наш организм, от волос до гормонов, — это белки или продукты их химической активности. В свою очередь, каждый белок — это транслированный ген. Все биохимические реакции в организме проходят под контролем особых белков — ферментов. Даже процессы копирования и сборки молекул ДНК и РНК — репликация и транскрипция — тоже находятся под контролем белков. Белки принимают участие в регуляции считывания генов. Чтобы запустить транскрипцию, регуляторные белки прикрепляются к особым областям ДНК в начале гена — промоторам и энхансерам. В каждой ткани организма работают только строго определенные гены.