

SEAN B. CARROLL

THE MAKING OF THE FITTEST

DNA and the Ultimate Forensic
Record of Evolution



Династия

Серия “Элементы”
основана в 2007 г.



Шон Кэрролл

ПРИСПОСОБИТЬСЯ И ВЫЖИТЬ!

ДНК как летопись
эволюции

Перевод с английского
Татьяны Мосоловой



Издательство АСТ. Москва

УДК 575
ББК 28.04
К98

Издание осуществлено при поддержке
Фонда некоммерческих программ Дмитрия Зимина “ДИНАСТИЯ”

Иллюстрации Джейми Кэрролл и Лианн Олдс

Художественное оформление и макет серии Андрея Бондаренко

К98 Кэрролл, Шон.

Приспособиться и выжить! ДНК как летопись эволюции / Шон Кэрролл; пер. с англ. Т. Мосоловой. — Москва : Издательство АСТ : CORPUS, 2015. — 384 с.

ISBN 978-5-17-078151-5

В своей книге американский биолог, крупнейший специалист по эволюционной биологии развития (эво-дево) Шон Кэрролл понятно и увлекательно рассказывает о том, как эволюция и работа естественного отбора отражаются в летописи ДНК. По его собственным словам, он приводит такие доказательства дарвиновской теории, о которых сам Дарвин не мог и мечтать. Генетические исследования последних лет показывают, как у абсолютно разных видов развиваются одни и те же признаки, а у родственных — разные; каким образом эволюция повторяет сама себя; как белокровные рыбы научились обходиться без гемоглобина, а колобусы — переваривать растительную пищу как жвачные животные. Кэрролл решительно выступает против тех, кто использует ненаучные аргументы в борьбе с дарвинизмом, и предупреждает о том, что, если мы будем игнорировать прогнозы ученых и продолжим относиться к природе потребительски, планету ждет невеселое будущее.

УДК 575
ББК 28.04

ISBN 978-5-17-078151-5

- © Sean B. Carroll, 2006
- © Т. Мосолова, перевод на русский язык, 2015
- © А. Бондаренко, художественное оформление, макет, 2015
- © ООО “Издательство АСТ”, 2015
Издательство CORPUS ®



Династия

Фонд некоммерческих программ

“Династия”

основан в 2002 году

Дмитрием Борисовичем Зиминым,
почетным президентом компании “Вымпелком”.
Приоритетные направления деятельности Фонда —
развитие фундаментальной науки и образования
в России, популяризация науки и просвещение.

В рамках программы по популяризации науки
Фондом запущено несколько проектов.
В их числе — сайт elementy.ru, ставший одним
из ведущих в русскоязычном Интернете
тематических ресурсов,

а также проект “Библиотека ‘Династии’” —
издание современных научно-популярных книг,
тщательно отобранных экспертами-учеными.

Книга, которую вы держите в руках,
выпущена в рамках этого проекта.
Более подробную информацию о Фонде “Династия”
вы найдете по адресу

www.dynastyfdn.ru.

Содержание

<i>Предисловие. Вне всяких сомнений</i>	11
ГЛАВА 1. Введение. Белокровная рыба с острова Буве	19
ГЛАВА 2. Математика эволюции. Вероятность, отбор и время	47
ГЛАВА 3. Бессмертные гены. Бег на месте в погоне за вечностью	79
ГЛАВА 4. Сделать новое из старого	105
ГЛАВА 5. Ископаемые гены. Обломки прошлой жизни	137
ГЛАВА 6. <i>Déjà vu</i> . Как и почему эволюция повторяется	163
ГЛАВА 7. Наша плоть и кровь. Гонка вооружений, человеческая раса и естественный отбор	195
ГЛАВА 8. Создание и эволюция сложного	225

ГЛАВА 9. Видеть и верить**255**

ГЛАВА 10. Пальмы Вайоминга**297**

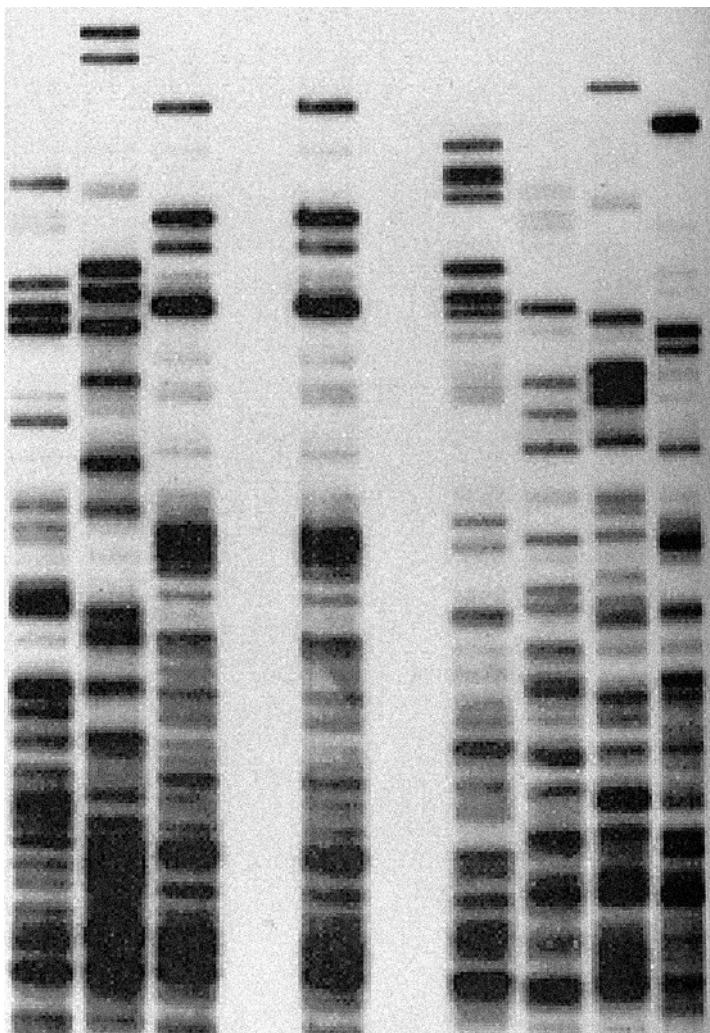
*Источники информации и дополнительная литература***321**

*Благодарности***341**

*Источники иллюстраций в цветной вкладке***343**

*Предметно-именной указатель***345**

*Посвящается Джоан Г. Кэрролл
и покойному Дж. Роберту Кэрроллу.
Спасибо за мою ДНК
и все мои мутации.*



Применение анализа ДНК в судебно-медицинской экспертизе. Семь вертикальных дорожек — это образцы ДНК семи подозреваемых. В центре нанесена ДНК, обнаруженная на месте преступления, которая, как мы видим, совпадает только с ДНК подозреваемого №3. Печатается с разрешения лаборатории Cellmark Diagnostics.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вне всяких сомнений

*Факты не перестают существовать
оттого, что ими пренебрегают.*

Олдос Хаксли

В 1979 году Диана Грин, находившаяся на последнем месяце беременности, была сильно избита, и ее нерожденный ребенок погиб от полученных травм. Женщина потеряла память и на судебном процессе не могла произнести даже собственное имя, но тем не менее подтвердила, что увечья ей нанес ее муж, Кевин Грин. Грин был обвинен в убийстве и в покушении на убийство.

В 1996 году сотрудники лаборатории Калифорнийского департамента юстиции вновь вернулись к этому делу, чтобы провести анализ ДНК. Анализируя образец ДНК с места преступления и ДНК Грина, исследователи обнаружили, что ДНК с места преступления 17-летней давности, а также ДНК, обнаруженная в ходе расследования четырех других убийств, совпадала с ДНК другого мужчины, Джеральда Паркера, который в это время находился в тюрьме за несоблюдение условий досрочного освобождения из предыдущего заключения. Когда Паркеру предъявили результаты анализа ДНК, он сознался в своих преступлениях (и впоследствии был приговорен к смерти), а Грин вышел на сво-

боду, отсидев в тюрьме 16 лет за преступление, которого не совершал.

Анализ ДНК является гораздо более точным и строгим методом, чем анализ волос или отпечатков пальцев, и гораздо более надежным, чем показания свидетелей, и поэтому он может служить окончательным доказательством того, что кто-то находился (или не находился) на месте преступления. Бесспорность генетических доказательств во множестве судебных дел, аналогичных делу Грина, привела к революционным преобразованиям в криминалистике и к широкому привлечению генетического анализа к доказательству виновности и подтверждению невиновности подозреваемых. Многие преступления, которые в прошлом остались бы нераскрытыми, а также многие дела, безнадежно висевшие десятки лет, теперь раскрываются в рутинном порядке. Растет и число оправдательных приговоров. Американская организация “Проект невиновности” (*Innocence Project*), занимающаяся оправданием осужденных с помощью анализа генетического материала, сообщает, что за последние 13 лет было освобождено свыше 150 человек, причем некоторые из них вышли из камеры смертников.

Анализ ДНК применяется не только в криминалистике. Теперь не представляет особой трудности определение отцовства, а также выявление генетической предрасположенности к определенным заболеваниям. Однако осталась еще одна область, где возможности генетических методов оценены не до конца: эта область в некотором роде относится к сфере философии.

Дело в том, что уникальной является не только ДНК каждого индивида — уникальна и ДНК каждого вида организмов. Любое эволюционное различие между видами (от внешних признаков до особенностей обмена веществ) связано с изменением ДНК и отражено в ДНК. Таким обра-

зом, “устанавливать отцовство” можно не только на уровне отдельных индивидов, но и на уровне видов организмов. Можно сказать, что ДНК содержит в себе экспертный отчет о ходе эволюции.

Тут следует отметить одно довольно забавное обстоятельство. Присяжные и судьи опираются на генетические доказательства в вопросах, касающихся жизни и смерти тысяч людей. И кажется, 100% населения США поддерживают эту практику. Но при этом около половины американцев до сих пор не верят в теорию биологической эволюции. Совершенно очевидно, что мы гораздо лучше справляемся с применением ДНК, чем с объяснением ее сути.

Более 100 лет назад Уильям Бэтсон* начал свою книгу, ставшую одним из важнейших трудов по эволюции после трудов Дарвина, такими словами: “Если фактов старого типа недостаточно, давайте займемся поиском фактов нового типа. Я верю, что многие натуралисты начинают осознавать, что пришло время отправиться в новый путь”.

Сейчас, когда анализ ДНК проникает в самые разные области нашей жизни, настало время опять отправиться в путь за фактами нового типа. В этой книге я поставил перед собой задачу представить читателю новые факты об эволюции, обнаруженные благодаря анализу ДНК. В последние годы биологи получили доступ к гигантскому объему генетической информации, касающейся многих видов организмов, включая человека и его ближайших родственников. Всего за 20 лет количество последовательностей в генетических базах данных выросло в 40 тыс. раз, причем большая часть этой информации полу-

* Уильям Бэтсон (1861–1926) — английский биолог, один из основателей генетики; речь идет о его книге *Materials for the study of variation* (1894). — Прим. перев.

чена уже в новом тысячелетии. Представьте себе, что в 1982 г. наши знания о последовательностях ДНК всех организмов в целом не превышали миллиона знаков. Напечатав эти знаки в виде букв и строчек, мы получили бы книгу примерно такого же размера, как та, что вы сейчас держите в руках. Если же напечатать в виде книг все последовательности ДНК, известные нам сегодня, и сложить их стопкой, эта башня вдвое превысит высоту 110-этажного небоскреба Сирс-тауэр в Чикаго. И это собрание информации о жизни продолжает расти в высоту более чем на 30 этажей в год.

Внутри этих книг — последовательность ДНК, лежащая в основе строения всех видов бактерий, грибов, растений и животных. Расшифровка этих текстов, состоящих из практически бесконечного набора перестановок всего четырех букв (А, С, G и Т), открывает нам самые широкие возможности за всю историю эволюционной биологии. Биологи анализируют этот новый, богатейший источник информации, чтобы изучить и понять наиболее загадочные события в естественной истории и установить в мельчайших подробностях, ранее недоступных, как в ходе эволюции формировались все важнейшие признаки. В этой книге я расскажу о том, каким образом новая наука под названием *геномика* — полное и, что более важно, *сравнительное* исследование ДНК разных видов организмов — принципиальным образом расширяет и углубляет наши знания об эволюции жизни.

Геномика позволяет нам глубоко проникнуть в суть эволюционного процесса. Со времен Дарвина прошло более 100 лет, но все это время наблюдать за ходом естественного отбора ученые по-прежнему могли только на уровне целых организмов (таких как вьюрки или бабочки) по различиям в их выживаемости или репродукции. Теперь мы можем *увидеть*, как *сделаны* наиболее приспособленные. ДНК содержит абсолютно новый тип информации, о котором Дарвин

не подозревал и не мог даже мечтать, но который окончательно подтверждает его теорию эволюции. Теперь мы можем идентифицировать те специфические изменения ДНК, которые позволили видам адаптироваться к меняющимся условиям существования и к новому образу жизни.

Этот новый уровень понимания не просто обеспечивает нас окончательными доказательствами, он преподносит и некоторые сюрпризы, которые расширяют наш взгляд на эволюцию. Например, в ДНК любого вида мы находим “ископаемые” гены. Это фрагменты ДНК, которые нужны были предкам современных организмов, но со временем вышли из употребления и начали разрушаться. Эти реликтовые участки ДНК — абсолютно новый источник информации о тех признаках и способностях живых организмов, которые исчезли при изменении образа жизни.

Кроме того, летопись ДНК показывает, что эволюция может повторять — и повторяет — саму себя. Похожие или идентичные адаптационные изменения происходили одинаковым образом у столь разных организмов, как, например, бабочки и люди. Это говорит о том, что при возникновении одних и тех же трудностей или возможностей в самые разные моменты времени и в самых разных местах развитие жизни может пойти по одному и тому же пути. Эта повторяемость и воспроизводимость опровергает бытующее мнение о том, что, если бы ход истории живых организмов можно было переиграть заново, мир был бы совсем другим.

Анализ ДНК произвел революцию и в изучении происхождения человека и возникновения человеческой цивилизации. Хотя внимание журналистов было приковано в основном к прочтению генома человека, понять значение этого текста можно только по мере расшифровки генов и геномов других приматов и млекопитающих. Наши гены свидетельствуют о том, чем мы отличаемся от других и как мы такими