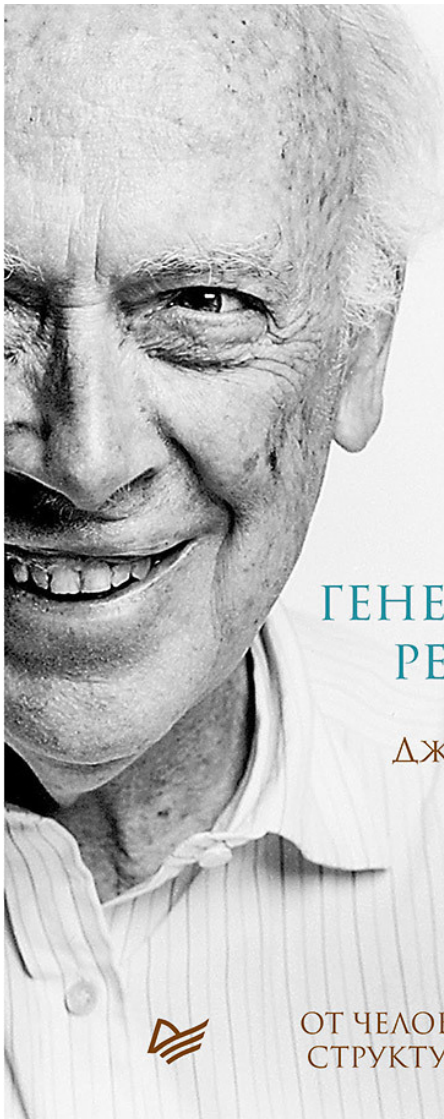




ОТ ЛАУРЕАТА
НОБЕЛЕВСКОЙ
ПРЕМИИ

ДНК ИСТОРИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

ДЖЕЙМС Д. УОТСОН
ЭНДРЮ БЕРРИ
КЕВИН ДЭВИС



ВЕЛИКАЯ КНИГА
ОТ ЧЕЛОВЕКА, ОТКРЫВШЕГО
СТРУКТУРУ МОЛЕКУЛЫ ДНК

Джеймс Дьюи Уотсон
ДНК. История
генетической революции
Серия «New Science»

Текст предоставлен правообладателем

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=38981452

*ДНК. История генетической революции: Питер; Санкт-Петербург;
2019*

ISBN 978-5-4461-0549-6

Аннотация

Познакомьтесь с историей генетической революции, рассказанной Джеймсом Д. Уотсоном, лауреатом Нобелевской премии. Гениальный ученый отправляет нас в величайшее научное путешествие, охватывающее все вехи генетической революции – от открытия двойной спирали до открытий последнего десятилетия.

Открытие человечеством двойной спирали ДНК по значимости можно сравнить только со свершениями эпохи Просвещения. Естественный отбор все еще действует, но генная терапия уже стала реальностью. Что ждет нас дальше?

Практически не осталось областей науки и деятельности, которые в той или иной степени не были бы связаны с генетикой:

редактирование генов, эпигенетика, агрохимия, геномика и исследования рака – только вершина айсберга.

«Когда я попытался проанализировать причины своего успеха, то понял, что это – знания. Для прорывов нужны идеи, но их базис, фундамент – именно знания. А для того, чтобы получить знания, нужно читать как можно больше».

Дж. Д. Уотсон, лауреат Нобелевской премии

Содержание

От автора	7
Введение	12
Глава 1	21
Глава 2	89
Конец ознакомительного фрагмента.	115

Джеймс Уотсон ДНК. История генетической революции

Научный редактор:

О. А. Гизингер, доктор биологических наук, профессор кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии и клинической лабораторной диагностики Южно-Уральского государственного медицинского университета

Random House, LLC. Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

При подготовке обложки книги была использована фотография Джеймса Д. Уотсона из архива Лаборатории Колд-Спринг-Харбор

© Patrick Jones Photographic Studio

26 Rainford St

Surry Hills New South Wales 2010

Australia

© 2017 by James D. Watson

© Перевод на русский язык ООО Издательство «Питер»,

2019

© Издание на русском языке, оформление ООО Издательство «Питер», 2019

© Серия «New Science», 2019

* * *

*Посвящается
Френсису Крику*

От автора

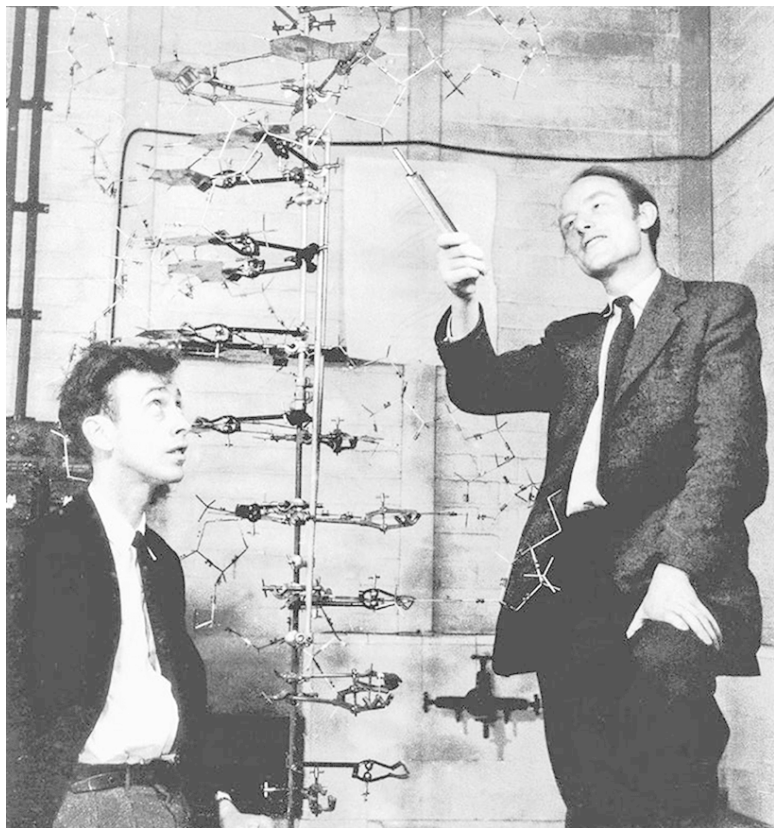
Замысел первого издания книги *«ДНК. Секрет жизни»* возник у меня за обедом в 1999 году во время обсуждения вариантов празднования полувекового юбилея открытия двойной спирали. Издатель Нил Паттерсон совместно с Джеймсом Д. Уотсоном предложили воплотить многогранный проект: издать эту книгу, отснять телесериал, а также реализовать еще несколько начинаний с более выраженной просветительской составляющей. Нил Паттерсон оказался в этой компании не случайно: в 1965 году именно он опубликовал первую книгу Дж. Д. Уотсона *«Молекулярная биология гена»* и с тех пор как добрый гений неизменно участвовал во всех его писательских работах. Дорон Вебер из Фонда им. Альфреда Слоана обеспечил финансирование на старте проекта, содействовал тому, чтобы идея успела оформиться в нечто более конкретное. В 2000 году к проекту был подключен Эндрю Берри, которому было поручено детально проработать структуру телесериала; в дальнейшем он стал регулярно курсировать между собственной научной «базой» в Кембридже, штат Массачусетс, и лабораторией Дж. Д. Уотсона в Колд-Спринг-Харборе, на северном берегу острова Лонг-Айленд близ Нью-Йорка.

С самого начала мы не собирались ограничиваться просто воспоминаниями о событиях 50-летней давности. За это

время ДНК превратилась из малопонятной молекулы, интересной лишь горстке специалистов, в ядро целой научной технологии – молекулярной биологии, изменившей многие аспекты повседневной жизни, касающиеся каждого. Наряду с новаторскими изменениями появилось немало сложных вопросов о влиянии этой технологии на жизнь общества: практическом, социальном, этическом. Мы воспользовались полувековым юбилеем, увидев в этом возможность приостановить движение и подытожить проведенные за эти годы разработки. Мы предоставили откровенно субъективный взгляд как на эту научную историю, так и на связанные с ней проблемы. Более того, в издании изложена личная точка зрения Дж. Д. Уотсона, поэтому книга написана от первого лица (в единственном числе).

Для подготовки этого полностью обновленного издания мы пригласили Кевина Дэвиса, который помог нам рассказать о многих замечательных достижениях в области генетических исследований – все эти достижения приходятся на десять лет, минувших с момента выхода первого издания. В книге появились две новые главы. В главе 8 «*Время первых*» рассматриваются успехи в технологии секвенирования ДНК, благодаря которым развились такие отрасли, как потребительская генетика и клиническое значение секвенирования геномов. В заключительной главе «*Рак: война без конца?*» мы рассмотрим, какой прогресс достигнут в исследовании и лечении рака, и задумаемся, какой ценой мы могли бы

одержать победу в этой, казалось бы, безнадежной войне.



Мы с Френсисом Криком (справа) и наша модель двойной спирали

Мы постарались написать книгу для широкой аудитории, и даже те читатели, которые совершенно не разбираются в биологии, наверняка поймут в книге каждое слово. Все технические термины объясняются при первом употреблении. Кроме того, в разделе «Дополнительные материалы»¹ перечислены источники, важные в контексте каждой главы. По возможности мы старались не ссылаться на академическую литературу, тем не менее в перечисленных работах обсуждаемые темы рассматриваются более глубоко, чем в нашей книге.

В конце книги, в разделе «Благодарности», перечислены люди, внесшие тот или иной вклад в реализацию этого проекта. Однако четверых из них хотелось бы отметить особо. Это Георг Андреу (George Andreou), необычайно терпеливый редактор из издательства Knopf, – при его участии написан большой объем данной книги. Кайрин Хаслингер (Kiryin Haslinger), ассистент Дж. Д. Уотсона из лаборатории Колд-Спринг-Харбор, которая внесла неоценимый вклад в редактирование и написание книги, – мы считаем, что без нее книга бы попросту не состоялась. Ян Витковский (Jan Witkowski) из лаборатории Колд-Спринг-Харбор проделал огромную работу за рекордное время над главами 10, 11 и 12 и руководил ею на протяжении всего проекта. Ассистент Дж. Д. Уотсона Морин Берейка (Maureen Berejka) превосходно проявила себя в том искусстве, которое дано не каждому че-

¹ Доступно на сайте издательства по адресу: bit.ly/DopMat

ловеку, – разобрала почерк Дж. Д. Уотсона.

– Дж. Д. Уотсон

Колд-Спринг-Харбор, штат Нью-Йорк

– Эндрю Берри

Кембридж, штат Массачусетс

– Кевин Дэвис

Вашингтон, округ Колумбия

От издательства

Ваши замечания, предложения, вопросы отправляйте по адресу comp@piter.com (издательство «Питер», редакция компьютерной и научно-популярной литературы).

Мы будем рады узнать ваше мнение!

На веб-сайте издательства www.piter.com вы найдете подробную информацию о наших книгах.

Введение

Тайна жизни

Субботним утром 28 февраля 1953 года я, как обычно, явился на работу в Кавендишскую лабораторию Кембриджского университета раньше Френсиса Крика. Я неспроста встал с утра пораньше – знал, что мы уже близки к цели, хотя и не представлял насколько. Мы пытались расшифровать структуру молекулы, которая в тот момент была еще малоизвестна: ДНК, или дезоксирибонуклеиновой кислоты. Как мы с Криком и предполагали, это была не какая-то второстепенная молекула: в ней хранится ключ к природе всего живого и содержится наследственная информация, передаваемая от поколения к поколению, организуется работа невероятно сложных внутриклеточных механизмов. Мы надеялись, что если сможем построить объемную структуру этой молекулы, то сможем прикоснуться к «тайне жизни» – Френсис любил эту метафору и произносил ее почти всерьез.

В тот момент мы уже знали, что молекула ДНК состоит из многочисленных экземпляров одних и тех же базовых элементов – нуклеотидов, в этой молекуле их всего четыре вида: аденин (А), тимин (Т), гуанин (Г) и цитозин (Ц). Накануне я провел вечер, вырезая из картона шаблоны этих разнообразных компонентов, а теперь, субботним утром, когда мне

никто не мешал, мог повозиться с деталями нашего «трехмерного пазла». Как они стыкуются? Вскоре я понял, что схема удивительно проста: А отлично сочетается с Т, а Г – с Ц. Оставался вопрос, правильна ли конструкция молекулы? Но молекула ДНК действительно состояла из двух цепочек, связанных парами: А – Т и Г – Ц, и в результате у меня получалось так просто и красиво, что модель почти наверняка должна была оказаться верной. Поскольку ранее я уже ошибался, то, прежде чем воодушевляться, решил дождаться Крика, для того чтобы убедиться, что моя парная модель выстоит перед его строгой критикой. Я ждал его, образно выражаясь «сидя как на иголках».

Впоследствии оказалось, что волновался я зря: Крик сразу понял, что моя парная структура подсказывает и форму молекулы, которая должна была выглядеть как двойная спираль, где две молекулярные цепочки тянутся в противоположных направлениях. Все, что нам было известно ранее о ДНК и ее свойствах, факты, над которыми мы корпели, пытаюсь решить задачу, теперь обретали смысл в контексте изящных, комплементарных друг другу завитков. Важнее всего оказалось то, что предложенная структура молекулы сразу же давала ключ к разгадкам двух биологических тайн: как хранится и как реплицируется генетическая информация? Однако, когда мы с Криком, как обычно, зашли на обед в паб «Игл» и Крик стал заверять, что нами открыта «тайна жизни», мне это показалось несколько нескромным, особен-

но в Англии, где нарочитая скромность считается нормой. В дальнейшем оказалось, что Крик был прав. Наше открытие завершило спор, древний, как само человечество: обладает ли жизнь какой-то магической, мистической сущностью либо она напоминает самую обычную химическую реакцию, которую можно воспроизвести в лаборатории и которая выглядит как результат физических или химических процессов? Есть ли в недрах клетки нечто божественное, наполняющее ее жизнью? Открытие двойной спирали ДНК позволило ответить на этот вопрос – однозначно нет.

Дарвиновская теория эволюции, показавшая, насколько взаимосвязаны все живые организмы, была огромным достижением на пути к пониманию окружающего мира в материалистическом, то есть физико-химическом, контексте. Прорывные открытия биологов Теодора Шванна и Луи Пастера, сделанные во второй половине XIX века, также стали важными шагами вперед. В гниющем мясе не происходит самозарождения личинок мух; эти личинки появляются в результате деятельности вполне известных и изученных биологических агентов и развития ранее известных процессов. В данном случае мухи просто откладывают яйца в мясо. Идея самозарождения жизни была развенчана.

Несмотря на достижения в области молекулярной биологии, сохранялись различные формы витализма – убеждений, что одних физико-химических явлений недостаточно, чтобы объяснить жизнь и биологические процессы. Ряд биологов

не спешили признавать естественный отбор единственным двигателем эволюционного развития и пытались объяснить адаптацию некой всевидящей духовной силой, которую и сами при этом определяли весьма туманно. Физики, привыкшие иметь дело с миром четких физических законов и явлений, терялись перед запутанной сложностью биологии. На тот момент они, возможно, полагали, что процессы, происходящие в глубинах клетки и управляющие основами жизни, выходят за рамки привычных законов физики и химии.

Вот почему открытие двойной спирали ДНК было так важно. Это означало революцию в материалистических представлениях о клетке, которую по значимости можно было сравнить с преобразованиями эпохи Просвещения. Интеллектуальное путешествие в науке, начавшееся с Коперника, свергнувшего человека с его центрального места во Вселенной, и продолжившееся дарвиновским утверждением, что люди – просто видоизменившиеся мартышки, привело нас к самой сути жизни: двойная спираль – это обычное химическое соединение, несмотря на сложность ее строения и тонкость организации.

Мы с Криком быстро осознали интеллектуальную значимость нашего открытия, но даже не могли предположить, какое влияние двойная спираль окажет на науку и общество. В изящных кривых этой молекулы таился ключ к молекулярной биологии – новой науке, которая достигла ошеломительного прогресса за следующие 64 года. Она не просто

разродилась многочисленными поразительными откровениями о фундаментальных биологических процессах, но и радикально изменила медицину, сельское хозяйство и право. Ныне ДНК интересует не только ученых-теоретиков, скрывающихся в полутемных университетских лабораториях, – она влияет на каждого из членов социума.

К середине 1960-х годов исследователями уже были проработаны базовые принципы функционирования клетки, и нам уже было известно, каким образом четырехбуквенный алфавит последовательностей ДНК на уровне «генетического кода» транслируется в двадцатибуквенный алфавит белков. Дальнейший прорыв молекулярной биологии произошел в 1970-е годы прошлого века, когда появились новые методы изучения ДНК и считывания пар последовательностей ее оснований. Уже минули времена, когда приходилось лишь наблюдать за природой со стороны и довольствоваться только созерцанием, появилась возможность непосредственно анализировать ДНК живых организмов и изучать базовый сценарий жизни. Для науки это было открытием новых экстраординарных перспектив: исследователям наконец-то удалось подступить к лечению генетически детерминированных болезней – от муковисцидоза до рака; совершить революцию в уголовном праве, применяя генетическую дактилоскопию. Ученые смогли коренным образом пересмотреть наши взгляды на происхождение человека – кто мы, откуда мы пришли, – заглянув в далекое прошлое благодаря исследова-

нию ДНК останков человека и животных. Кроме того, удалось модифицировать важнейшие хозяйственно ценные виды с такой эффективностью, о которой прежде можно было только мечтать.

Апогея первый полувековой период генетической революции, произошедшей благодаря изучению ДНК, достиг в понедельник, 26 июня 2000 года, когда президент США Билл Клинтон объявил о завершении чернового секвенирования человеческого генома: «Сегодня мы изучаем язык, посредством которого Бог создал жизнь... Вооружившись этими глубокими новыми знаниями, человечество готовится обрести безграничные и совершенно новые возможности врачевания». Когда был реализован проект «Геном человека», молекулярная биология вступила в период зрелости – превратилась в «науку с большой буквы» с серьезным финансированием и серьезными практическими результатами. Изучение и внедрение достижений молекулярной биологии стало не только выдающимся технологическим достижением, поскольку объем информации, извлекаемый из полного хромосомного набора человека (двадцать три пары), просто ошеломляет, но и знаковым событием на нашем пути к полноценному осознанию того, что же такое «быть человеком». Именно наша ДНК отличает нас от других видов, превращает нас в творческих, сознающих, властных или деструктивных существ, каковыми мы и являемся. Проект «Геном человека» позволил полностью прочесть молекулу ДНК – «свод

законов» по генетическому устройству человека.

Так вот, с того субботнего утра в Кембридже исследования ДНК ушли очень далеко. Несомненным осталось понимание того, что наука под названием «молекулярная биология», описывающая строение и роль ДНК, находится еще начале пути. Пока не побежден рак; предстоит разработать и внедрить эффективные методы лечения генетических болезней, да и возможности геной инженерии по улучшению питания всего населения Земли реализованы далеко не в полной мере. Безусловно, все озвученные нами задачи будут со временем достигнуты. Первые 60 лет генетической революции, связанные с ДНК, уже изобилуют примечательными научными достижениями; эти достижения уже начинают применяться на практике для решения стоящих перед человечеством проблем. В будущем предстоит увидеть еще массу реализованных научных достижений, но магистральный путь развития заключается в усилении роли ДНК и открытий в области молекулярной биологии в жизни каждого из нас.

ALBUM BENARY.

Tab. XXIII

gr. nat.



Ad nat. pos. in horto Benary.

Charcoal, G. Sorensen, Bruxelles.

ERNST BENARY, ERFURT.

Ключ к триумфу Менделя. Генетическая изменчивость у

гороха

Глава 1

Зарождение генетики: от Менделя до Гитлера

Моя мама Бонни Джин верила в гены. Она гордилась шотландским происхождением своего отца Лафлина Митчелла и усматривала в нем истинно шотландские добродетели: честность, трудолюбие и бережливость (хотя анализ ее родословной по ДНК, проведенный более чем 100 лет спустя, показал, что на самом деле она наполовину ирландка). Мама также обладала вышеупомянутыми мной качествами и не сомневалась в том, что получила их исключительно от отца. Его смерть была безвременной, и единственным сохранившимся у нее негенетическим наследием отца был набор маленьких девичьих килтов, которые он заказал для нее в Глазго. По моему мнению, неудивительно, что моя мать гораздо больше ценила биологическое наследие отца, нежели материальное.

Взрослея, я постоянно спорил с мамой о том, в каком соотношении вносят вклад в формирование человека как врожденные качества, так и воспитание. Отдавая приоритет воспитанию над природой, на тот момент я фактически подписывался под убеждением, что мог бы сам сформировать себя таким, каким душе угодно. В тот момент я не мог знать о роли генов, предпочитая думать, что бабушка по линии

Уотсонов такая тучная лишь потому, что переедает. Ведь если тучность фигуры возникла у нее по генетическим причинам, то и я вполне мог обрюзгнуть в будущем. При этом, уже будучи подростком, я не отрицал очевидной роли наследственности, считая, что подобное порождает подобное. В наших с мамой спорах мы обсуждали сложные личностные качества, передающиеся по наследству, а не простые признаки, которые, с моей точки зрения (поскольку я был упрямым подростком), могли бы передаваться из поколения в поколение, формируя «семейное» сходство: я унаследовал нос от своей мамы, впоследствии такой же нос унаследовал мой сын Дункан.

Некоторые признаки формируются и исчезают всего за несколько поколений, а некоторые сохраняются из поколения в поколение. Одним из таких наиболее известных примеров является так называемая Габсбургская губа. Характерная продолговатая челюсть и выпяченная нижняя губа превратили европейских правителей из династии Габсбургов в настоящий кошмар для многих поколений придворных художников, которым приходилось их изображать. Габсбургская губа отлично сохранялась на протяжении как минимум двадцати трех поколений членов Габсбургской фамилии.



Мне одиннадцать. На этом снимке моя сестра Элизабет и мой отец Джеймс

Династия Габсбургов усугубила свои генетические проблемы, перероднившись друг с другом, то есть вступая в близкородственные браки. Не вызывает сомнения, что браки между представителями различных ветвей клана Габсбургов, зачастую между близкими родственниками, были оправданны с политической точки зрения как средство для заключения альянсов и сохранения династии, но с генетической точки зрения это было совершенно неблагоприятно. Подобное «близкородственное кровосмешение» вызывает генетические болезни, которые Габсбургам пришлось испытать из поколения в поколение: так Карл II, последний король Испании и представитель династии Габсбургов, не просто имел

фамильную губу, но даже не мог толком пережевывать пищу, был инвалидом и не оставил потомства, хотя два раза был женат.

Мы знаем, что генетические болезни издавна преследуют человечество. В некоторых случаях, как в приведенном здесь примере с Карлом II, они оказали непосредственное влияние на историю Европы. Другим историческим примером является Георг III – английский король, прославившийся в первую очередь тем, что именно в годы его правления Англия потеряла американские колонии в результате войны за независимость. Георг III страдал порфирией, наследственным заболеванием, из-за которого у него временами случались приступы безумия. По мнению многих историков, преимущественно британских, именно всеобщее раздражение болезнью Георга III обеспечило американцам победу при безнадежном для них тактическом и численном раскладе. Конечно, большинство наследственных болезней не имели таких серьезных геополитических последствий, но не менее жестоко и зачастую трагически уродовали жизнь целых пострадавших фамилий, иногда на много поколений вперед. Понимание генетических механизмов развития человека – это не осознание того, отчего мы похожи или не похожи на своих родителей. Понимание генетики помогает «узнать в лицо» некоторых древнейших врагов человечества, например ущербные гены, из-за которых возникают генетические заболевания.

Вполне вероятно, что наши предки должны были задумываться и, скорее всего, задумывались о наследственных механизмах передачи генетической информации с тех самых пор, как наш мозг развился в достаточной степени, чтобы правильно сформулировать подобный вопрос. Вполне очевидная закономерность, почему близкие родственники похожи друг на друга, может натолкнуть на далеко идущие выводы, если генетические открытия (как в случае наших предков) имеют сугубо прикладное значение, например помогают вывести более качественные породы скота (скажем, повысить надои) и сельскохозяйственные культуры (допустим, с более крупными плодами). Для достижения поставленной цели целые поколения растений и животных подвергались тщательной селекции. Сначала перспективный вид разводили только ради одомашнивания, а потом размножали приплод лишь от самых плодовых коров и саженцы от деревьев с самыми крупными плодами. Так были получены животные и растения, имеющие полезные для человека свойства и отвечающие его нуждам. В основе этих колоссальных проектов человека, письменных свидетельств о которых почти не осталось, лежало эмпирическое правило: самые плодовые коровы будут рожать исключительно плодовых телят, а из семян деревьев с крупными плодами будут вырастать столь же изобильные деревья. Несмотря на успехи генетики последнего столетия, необходимо констатировать, что генетические достижения у человечества встреча-

лись гораздо раньше и авторами генетических проектов являются безымянные древние земледельцы. Практически вся наша сегодняшняя пища – крупы, фрукты, мясо, молочные продукты – это наследие тех древнейших и наиболее долговечных генетических манипуляций, при помощи которых человек решал встававшие перед ним проблемы. В 1905 году британский биолог Уильям Бэтсон окрестил науку о наследственности генетикой.

Понять сам принцип действия генетических механизмов оказалось не так-то просто. Грегор Мендель (1822–1884) опубликовал свою знаменитую работу на эту тему в 1866 году, но его статья оставалась без внимания научного сообщества на протяжении последующих 34 лет. Почему же так долго внимание научного мира не было обращено в сторону генетических механизмов наследственности? В конце концов, наследственность – важнейший аспект существования естественного мира, признаки, изменяющиеся в поколениях, легко наблюдать, и любой заводчик собак знает, что будет, если скрестить бурую и черную собаку; родители осознанно или неосознанно отыскивают свои черты у родных детей. Ответ на вопрос тривиален – генетические механизмы оказались очень сложными, а решение Менделем поставленной в статье задачи оказалось неочевидным, поскольку черты родителей не отражаются в детях произвольным образом. По всей видимости, крупнейший просчет, допущенный биологами в древности, заключался в неумении разли-

чать два принципиально разных процесса: наследственность и эволюционное развитие. На сегодняшний день становится понятным, что в оплодотворенной яйцеклетке содержится генетическая информация, полученная от обоих родителей, и именно данная информация определяет предрасположенность к наследственным заболеваниям, например порфирии. Мы говорим о факторах наследственности, и весь дальнейший процесс от развития новой особи из единственной клетки – это реализация данной информации. С академической точки зрения предметом изучения генетики является информация, а предметом изучения биологии развития – использование этой информации для построения алгоритмов развития. Объединяя наследственность и развитие в единый научный феномен, древние ученые так и не сформулировали те ключевые вопросы, которые бы могли натолкнуть их на разгадку тайны наследственности. При этом мы должны констатировать, что такие работы велись с самого зарождения западной цивилизации.

Над проблемами наследственности размышляли древние греки, в частности Гиппократ. Ими была разработана теория пангенезиса, согласно которой при половом акте передаются миниатюрные копии частей тела: «волосы, ногти, вены, артерии, суставы и кости, передаваемые части настолько мелкие, что просто невидимы глазом человека». Эта теория ненадолго возродилась, когда Чарльз Дарвин, безуспешно пытавшийся подкрепить свою теорию эволюции и естествен-

ного отбора жизнеспособной гипотезой о наследственности, сформулировал во второй половине XIX века доработанную версию пангенезиса. По Дарвину, каждый орган – глаза, почки, кости – порождал особые циркулирующие «геммулы», которые накапливались в половых органах и передавались при половом размножении. Дарвин предположил, что если геммулы образуются на протяжении всей жизни организма, то любые изменения в ходе развития особи, например удлинение шеи у жирафа, пытающегося дотянуться до самой верхушки кроны, могут передаваться из поколения в поколение. Весьма интересно сейчас выглядит тот факт, что Дарвин, занятый обоснованием теории естественного отбора, даже пытался защищать некоторые аспекты теории Жана-Батиста Ламарка, в основе которой лежало наследование приобретенных признаков. В будущем эта теория Ламарка была развенчана под влиянием эволюционных идей Дарвина. Последний считал, что движущей силой эволюции является естественный отбор, но одновременно предполагал, что механизм естественного отбора действует на уровне изменчивости, обусловленной пангенезисом. Если бы в то время Дарвин знал о работах Менделя, то он, вполне возможно, не ударился бы на закате своей жизни в некоторые ламаркистские идеи.

Итак, согласно теории пангенезиса, эмбрион «конструируется» из набора миниатюрных частей. Наряду с теорией пангенезиса существовала и иная гипотеза – «преформизм»,

в которой этап сборки эмбриона из частей вообще исключался. Согласно теории преформизма либо в яйцеклетке, либо в сперматозоиде (вопрос о том, где именно, оставался спорным) содержится полностью сформированный человек, именуемый «гомункулом». Соответственно, развитие сводилось к простому увеличению гомункула, из которого в дальнейшем вырастало полноценное существо. Во времена господства идей преформизма возникновение генетически predisposed заболеваний интерпретировались по-разному: как проявление Божьего гнева, вмешательство демонов или чертей или как свидетельство избытка или недостатка отцовского «семени». Порой генетические болезни увязывали с «греховными помыслами», которые позволяла себе будущая мать до и во время беременности. Например, считалось, что у плода могут быть пороки развития, если мать в период беременности подавляет свои чувства и испытывает фрустрацию. Наполеон во Франции даже пролоббировал закон, согласно которому беременным женщинам разрешались мелкие кражи в магазинах. Стоит ли говорить, что ни одно из этих убеждений не помогло человечеству приблизиться к разгадке природы генетических болезней.

К началу XIX века с появлением качественных оптических микроскопов преформизм был развенчан. Как ни вглядывайся в окуляр микроскопа, ты не обнаружишь крошечного гомункула, свернувшегося в сперматозоиде или яйцеклетке. Однако пангенезис – более древнее заблуждение –

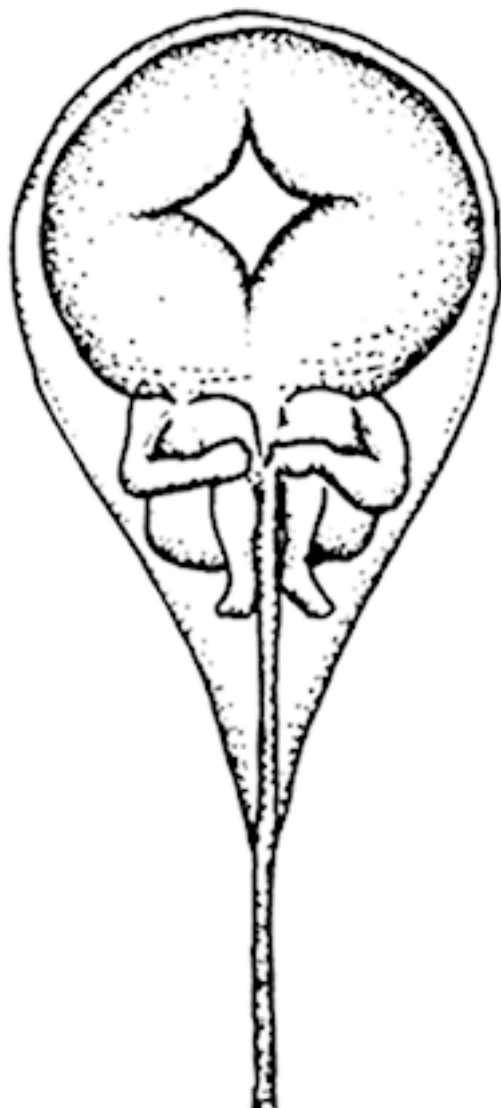
продержался намного дольше, просто потому что визуализировать геммулы было гораздо сложнее. Тем не менее эта теория также была развенчана Августом Вейсманом, считавшим, что наследование зависит от непрерывной передачи зародышевой плазмы от поколения к поколению и, следовательно, изменения организма, приобретаемые в течение жизни особи, не могут передаваться последующим поколениям. Свою теорию он доказал простейшим опытом по удалению хвостов у нескольких поколений мышей. Согласно теории дарвиновского пангенезиса бесхвостые мыши должны распространять геммулы с особой характеристикой – бесхвостостью, и все потомки бесхвостых мышей тоже должны быть бесхвостыми или иметь куцые хвосты, однако у мышей с удаленными хвостами из поколения в поколение рождались хвостатые мышата. Так опыт Вейсмана окончательно развенчал теорию пангенезиса.

Разобраться во всем этом многообразии теорий и опытов впервые удалось Грегору Менделю, который в связи с происхождением имел небольшие шансы стать великим ученым. Мендель родился на территории нынешней Чехии в крестьянской семье, блестяще учился в сельской школе и в возрасте двадцати одного года ушел в монастырь августинцев в городе Брно. Потерпев полный крах на посту приходского священника, поскольку обязанности священнослужителя довели его до нервного срыва, он попробовал себя в учительстве. По всем историческим отзывам, Мендель ока-

зался хорошим учителем, но, чтобы закрепить право преподавателя, Менделю необходимо было сдать квалификационный экзамен. Он завалил экзамен. Тогда настоятель того монастыря, где служил Мендель, аббат Напп, выдал ему рекомендацию для учебы в Венском университете. Став слушателем университета, Мендель без устали изучал науки, готовясь к переэкзаменовке. Несмотря на то что в Вене Мендель делал явные успехи в физике, с экзаменом он снова не справился и не смог подняться по карьерной лестнице выше внештатного преподавателя.

Около 1856 года по совету аббата Наппа Мендель взялся за научные эксперименты, связанные с наследственностью. Он решил изучить некоторые характеристики побегов гороха, который выращивал на собственной делянке в монастырском саду. В 1865 году он представил результаты своих исследований в виде двух лекций на собраниях местного естественнонаучного общества, а год спустя опубликовал свои результаты в журнале этого общества. Работа Менделя оказалась настоящим научным шедевром: эксперименты были блестяще поставлены и кропотливо исполнены, а результаты получились весьма интересными для науки. По-видимому, миниатюрный Мендель смог совершить такой научный прорыв в том числе потому, что изучал физику; в отличие от других биологов того времени он взялся решать поставленную задачу в количественном аспекте. Он не просто отметил, что при скрещивании побегов с красными цве-

тами и побегов с белыми цветами некоторые побеги следующего поколения имеют красные цветы, а другие – белые. Мендель предположил, что не менее важным может оказаться соотношение дочерних побегов с красными и с белыми цветами, и оказался прав. Несмотря на все очевидные достоинства работы Менделя, научное сообщество результаты его исследований полностью проигнорировало. Попытавшись привлечь внимание к своей работе путем публичных выступлений, Мендель получил обратный результат. Одним из известных ученых, с которым Мендель поддерживал знакомство, был ботаник Карл Негели из Мюнхена. К нему Мендель и обратился с просьбой повторить эксперименты, для чего также отправил Негели 160 аккуратно подписанных пакетиков с семенами. Попытка наладить научный диалог оказалась напрасной: Негели считал Менделя всего лишь монахом, недостойным проводить научные исследования, а потому отправил ему семена своего любимого растения, ястребинки, предложив ученому-монаху самому воспроизвести эксперимент на материале этого вида. Увы, по ряду причин ястребинка плохо подходила для экспериментов по скрещиванию, которые Мендель ставил с горохом. Весь опыт оказался пустой тратой времени, и диалог ученых не состоялся.



Генетика до Менделя: гомункул – сформированный миниатюрный человечек, якобы живущий в головке сперматозоида

Неприметное существование Менделя в качестве ученого-монаха резко изменилось в 1868 году, когда после смерти аббата Наппа его избрали настоятелем монастыря. Мендель не оставил исследований, хотя теперь он стал больше внимания уделять пчеловодству и метеорологии, управлению хозяйством монастыря, который оказался втянут в налоговую тягбу. Мендель располнел, ему стало тяжело проводить полевые исследования и, как писал он сам, «стало слишком тяжело взбираться на холм и преодолевать силу всемирного тяготения». В качестве средства от тучности врачи прописывали ему курить табак, он исправно их слушал, выкуривая по двадцать сигар в день, даже больше, чем Уинстон Черчилль. Однако погубило его не пристрастие к табаку: в 1884 году Мендель скончался в возрасте 61 года от проблем с сердцем и почками.

К сожалению, результаты работ Менделя безнадежно потерялись в заштатном естественнонаучном журнале, кроме того, важность его открытий большинство ученых того периода даже не способны были осмыслить и оценить по достоинству. Мендель на много лет опередил свое время, проделав тщательные эксперименты и проведя изощренный количественный анализ. Не стоит удивляться, что научное сооб-

щество дозрело до работ Менделя лишь к 1900 году. Тогда исследования Менделя были заново повторены, что и произвело революцию в биологии, и научный мир оценил ценность «монашеского гороха».

Мендель безусловно осознал, что существуют особые факторы, позже названные генами, которые передаются от родителей к потомству. Он выяснил, что эти факторы передаются попарно и потомок получает по одному от каждого из родителей.

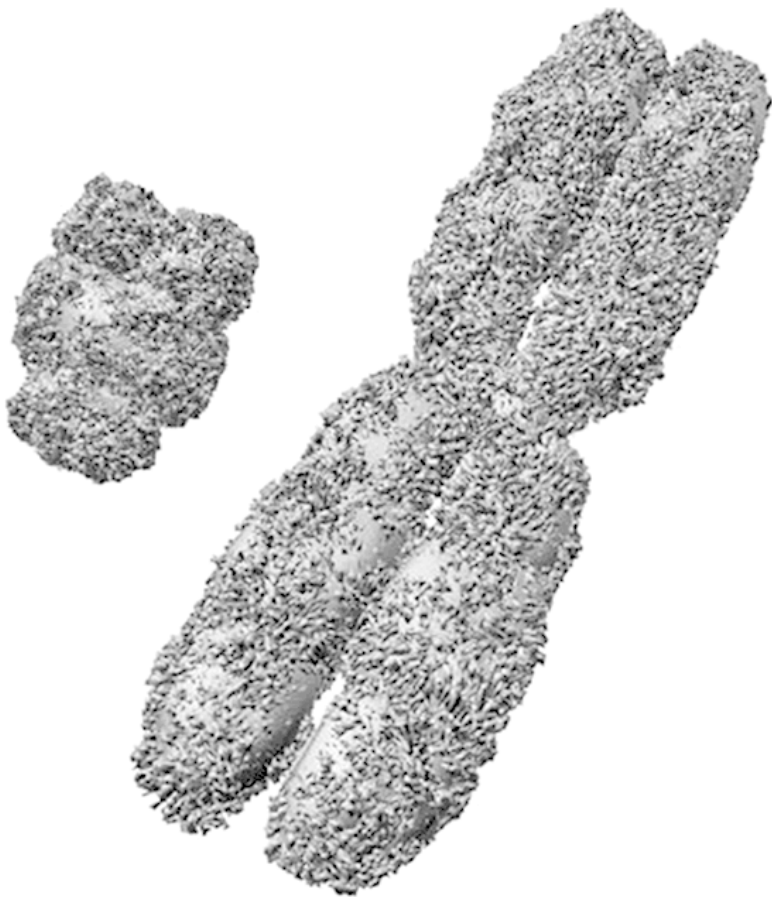
Заметив, что горох бывает двух цветов – желтый («Ж») и зеленый («З»), – Мендель предположил, что существуют две разновидности генов, кодирующих цвет гороха. Если горох получит по две копии гена «З» (зеленый цвет), то он станет зеленым, и можно будет обозначить ген, отвечающий за его цвет, как «ЗЗ». Следовательно, горох должен получить от обоих родительских растений по экземпляру цветового гена «З». Однако желтые горошины бывают у растений с комбинациями генов «ЖЖ» либо «ЖЗ». Растению достаточно иметь всего одну копию гена «Ж», и у него уже могут быть желтые горошины: таким образом, признак «Ж» доминирует над «З». Поскольку в случае «ЖЗ» цвет плодов «Ж» оказывается преобладающим над «З», то ген «Ж» стали называть доминантным, а вариант гена, кодирующего цвет гороха «З», стал называться рецессивным.

У каждого родительского растения – в нашем случае гороха – имеется по две копии гена, кодирующего цвет, при

этом родитель отдает потомку только одну копию гена; вторую копию предоставляет второй родитель. В пыльце растений содержатся клетки-спермии, мужские гаметы, передаваемые следующему поколению, а в каждой спермии находится всего одна копия гена, кодирующего цвет плодов гороха. Родительский экземпляр гороха с генетической комбинацией «ЖЗ» даст спермии, в которых будет содержаться либо ген «Ж», либо ген «З». Мендель открыл, что вышеописанный процесс происходит методом случайной выборки: в половине спермиев такого растения будет находиться ген «Ж», а в другой половине – ген «З».

Анализ результатов исследования Менделя прояснил некоторые ранее не разгаданные тайны наследственности. Выяснилось, что такие наследственные признаки, как Габсбургская губа, которые с вероятностью 50 % передаются из поколения в поколение, являются доминантными. Другие признаки, встречающиеся на родословном древе спорадически, зачастую через целые поколения, – скорее всего рецессивные. Если ген рецессивный, то у особи должно быть целых две копии этого гена – только в таком случае признак будет у потомка. Потомки, имеющие одну копию рецессивного гена, являются только его носителями; сами они рецессивным признаком не обладают, зато могут передать его потомкам. Например, альбинизм – это гомеостатическое нарушение, при котором в организме не образуется кожных пигментов, из-за чего кожа и волосы становятся неестественно

белесыми. Наличие гена альбинизма – пример рецессивного признака, передающегося вышеописанным образом. Следовательно, вы станете альбиносом, если получите две копии соответствующего гена: по одной копии от каждого из родителей. Именно так и произошло у преподобного доктора Уильяма Арчибальда Спунера, который к тому же, возможно по совпадению, страдал от необычного речевого расстройства, из-за которого мог случайно переставить буквы во фразе. Так, желая сказать «well-oiled bycycle» (хорошо смазанный велосипед), он мог оговориться и произнести «well-boiled icicle» (хорошо вскипяченная сосулька). В его честь такие оговорки называли спунеризмами. Возможно, ваши родители тоже могли обладать одним таким геном, хотя это и не проявилось фенотипически.



Узелки счастья: объемные изображения половых хромосом человека: X (справа) и Y (слева). Изображения сделаны на основе микрофотографий, полученных при помощи сканирующего электронного микроскопа

Выводы Менделя подразумевали, что от поколения к поколению организму передаются некие материальные признаки. Но что же они представляли?

В 1884 году, после смерти Менделя, ученые стали пристально изучать миниатюрные внутриклеточные структуры, такая возможность появилась благодаря постоянному совершенствованию оптики микроскопов. Именно тогда возник термин «хромосома», которым ученые стали именовать продолговатые нитевидные тельца в ядре клетки. Таким образом, только в 1902 году удалось найти связь между хромосомами и теорией Менделя.

Уолтер Саттон, получивший образование на медицинском факультете Колумбийского университета, осознал, что хромосомы во многом напоминают таинственные «менделевские факторы». Изучая хромосомы кузнечиков, Саттон заметил, что эти тельца, как правило, встречаются попарно — точно так же, как парные факторы Менделя. При этом Саттон отметил существование других клеток, в которых хромосомы были непарными, это были половые клетки. В сперматозоидах кузнечика был выявлен одиночный, а не двойной набор хромосом. Именно это описывал в своих опытах с горохом Мендель: в спермиях гороха также содержалось всего по одной копии каждого из наследственных факторов. Стало очевидно, что факторы Менделя, ныне именуемые генами, должны находиться в хромосомах.

Немецкий ученый Теодор Бовери независимо от Саттона пришел к аналогичным выводам, а биологическая революция, предвосхищенная работами Уолтера Саттона и Теодора Бовери, стала называться «Хромосомная теория наследственности Саттона – Бовери». Дальнейшие исследования показали, что гены реальны. Они находятся в хромосомах, а хромосомы можно рассмотреть в световой микроскоп.



Не все исследователи приняли теорию Саттона – Бовери. В числе скептиков был Томас Хант Морган, ученый из Колумбийского университета. Рассматривая в микроскоп нитевидные хромосомы, он не понимал, как с их помощью можно объяснить изменения, передаваемые из поколения в поколе-

ние. Если все гены расположены в хромосомах, а хромосомы передаются из поколения в поколение целыми и невредимыми, то, по мнению Моргана, большинство признаков должны наследоваться вместе. На практике эти данные не подтверждались; по-видимому, только одной хромосомной теории было недостаточно, чтобы объяснить изменчивость, наблюдаемую в природе. Однако Морган, по натуре искусный экспериментатор, догадывался, как можно было бы разрешить научные противоречия. Он решил в качестве объекта исследования использовать плодовых мушек бурого цвета *Drosophila melanogaster*, которых генетики особенно полюбили со времен Моргана. Дрозофил легко найти в природе (это известно каждому, кто оставлял летом без присмотра гроздь перезревших бананов или других фруктов). Дрозофил легко выращивать (они кормятся бананами), сотни мушек вполне размещаются в маленькой молочной бутылке (для проведения своих экспериментов студенты Моргана без труда добывали молочные бутылки, прихватывая их поутру у входов в дома в манхэттенских кварталах). Кроме того, дрозофила быстро размножается: одно поколение дрозофил сменяется другим за десять дней, а каждая самка *Drosophila melanogaster* откладывает несколько сотен яиц. Морган приступил к научной работе в 1907 году, обосновавшись в грязной, кишевшей тараканами и пропахшей бананами лаборатории, которая впоследствии получила известность под названием «мушинная комната». Здесь Морган со

своими учениками (прозванными «моргановскими мальчиками») взялся исследовать дрозофил.



В отличие от Менделя, в распоряжении которого были обладавшие характерной изменчивостью сорта гороха, выведенные в течение долгих веков крестьянами и садоводами, растения с желтыми либо зелеными горошинами или растения с гладкими либо морщинистыми семенами, Морган не мог отталкиваться от какой-либо заранее известной фенотипической «карты» генетических различий, присущих дрозофилам. А поскольку генетикой невозможно заниматься, пока не выделишь определенные четкие характеристики, которые затем можно было бы проследживать из поколения в по-

коление, то первым делом Моргану требовалось найти среди дрозофил «мутантов», то есть таких мушек, которые выделялись бы в популяции аналогично желтым или морщинистым горошинам. Он выискивал генетические «новинки» — случайные изменения, возникавшие в популяции спорадически.



Не любящий фотографироваться Морган был запечатлен

во время работы в мушиной комнате в Колумбии

Один из первых мутантов, обнаруженных Морганом, оказался самым познавательным. У обычных мушек были красные глаза, а у мутантных мух – белые. Также Морган обнаружил, что белоглазые дрозофилы преимущественно являются самцами. На тот момент развития науки уже было известно, что пол плодовой мушки или, применительно к человеку, пол человека определяется на уровне хромосом: самка имеет две X-хромосомы, а самец – одну X-хромосому и одну меньшую по размерам Y-хромосому. Исходя из полученных данных, белоглазость дрозофил оказалась легко объяснима: ген, отвечающий за цвет глаз, находится в X-хромосоме, а мутация, дающая белый цвет глаз (W), является рецессивной. Поскольку у самцов всего одна X-хромосома, у них автоматически экспрессируются только рецессивные гены, при этом доминантные гены, способные подавить рецессивные, у самцов отсутствуют. Белоглазые самки встречаются сравнительно редко, а поскольку у самок всего одна копия гена W, то, как правило, глаза самок приобретают доминантный красный цвет. Соотнеся ген, отвечающий за красный цвет глаз, с хромосомой X, Морган фактически доказал теорию Саттона – Бовери. В случае с наследованием белого цвета глаз Морган обнаружил пример наследования, сцепленного с полом. Данный феномен вызывает непропорционально частое проявление некоторого признака у представителей од-

ного из двух полов.

Известным примером наследования, сцепленного с полом, является королева Англии Виктория и члены ее семьи. В одной из ее X-хромосом оказался мутантный ген гемофилии. Поскольку вторая копия X-хромосомы у нее была нормальной, а ген гемофилии является рецессивным, сама Виктория гемофилией не болела, хотя была ее носительницей. Дочери королевы Виктории также не болели гемофилией: очевидно, у каждой дочери была по меньшей мере одна копия нормального гена. Но сыновьям Виктории повезло значительно меньше. Как и у всех мужчин, у них была всего одна X-хромосома, по определению полученная от королевы Виктории (Y-хромосома могла прийти только от принца Альберта, супруга королевы). Поскольку у Виктории была одна мутантная и одна нормальная копия гена, каждый из ее сыновей с вероятностью 50/50 рисковал получить гемофилию. Так, у принца Леопольда развилась гемофилия, и он умер в тридцатилетнем возрасте от кровотечения, случившегося от легкого падения. Как минимум две дочери Виктории, принцессы Алиса и Беатриса, были носительницами гемофилии. Они унаследовали от матери – королевы Виктории мутантный ген. У обеих принцесс родились дочери-носительницы и сыновья, больные гемофилией. Внук Алисы Алексей, русский цесаревич, страдал гемофилией и, несомненно, умер бы в молодости, если бы не был расстрелян большевиками.

Плодовые мушки Моргана помогли разгадать и иные секреты генетики. Изучая гены, расположенные в одной и той же хромосоме, Морган и его ученики обнаружили, что хромосомы, как оказалось, делятся на части и заново формируются при образовании сперматозоидов и яйцеклеток. Таким образом, исходные претензии Моргана к теории Саттона – Бовери оказались неоправданными: такой процесс распада и переформирования, именуемый в современной генетической терминологии словом «кроссинговер», обеспечивает перемешивание копий генов между парными хромосомами. Например, та копия 12-й хромосомы, которую я получил от матери (другую копию я, естественно, получил от отца), фактически содержит смесь генов из всей 12-й хромосомы матери, часть которых она получила от моего деда, а часть – от моей бабушки. Две копии 12-й хромосомы моей бабушки обменялись генетическим материалом при формировании яйцеклетки, из которой вырос я – автор этой книги. Следовательно, 12-я хромосома, полученная мною от матери, представляет комбинацию из 12-х хромосом бабушки и дедушки. Естественно, 12-я хромосома моей матери содержала комбинацию генов от ее бабушки и дедушки и так далее из поколения в поколение.

Благодаря кроссинговеру Моргану с учениками удалось картировать положения конкретных генов в каждой рассматриваемой хромосоме. Кроссинговер – процесс взаимного обмена гомологичными участками хромосом в результате

разрыва и соединения в новом порядке их нитей хроматид, приводящий к новым комбинациям аллелей разных генов. Используя образное сравнение, гены нанизаны на хромосоме, как бусинки на ниточке, и разрыв хромосомы статистически гораздо чаще происходит между такими генами, которые сильно удалены друг от друга, поскольку именно между удаленными генами больше потенциальных точек разрыва, чем между близко расположенными генами. Следовательно, если наблюдаются разнообразные варианты взаимного расположения двух генов в одной и той же хромосоме, можно сделать вывод, что эти гены находятся далеко друг от друга; если перестановки двух генов случаются реже, это значит, что гены расположены близко друг к другу. На этом простом, но важном принципе основано современное генетическое картирование, при котором происходит определение взаимного расположения различных полиморфных участков генома, например молекулярно-генетических маркеров по частоте рекомбинаций между ними в процессе передачи генетического материала из поколения в поколение. Трудно даже предположить, что генетическое картирование, используемое при реализации проекта «Геном человека», метод исследователей, стоящих в авангарде изучения природы наследственных заболеваний, был разработан в грязной и тесной «мушиной комнате» в Колумбийском университете. Сегодня, когда в научных разделах газет то и дело встречаются заголовки из разряда «Найден ген...», мы понимаем, что все

это является результатом первопроходческой работы, проделанной Морганом и его учениками.

Триумфальное возвращение в науку работ Менделя и последовавшие за ним научные открытия вызвали взрыв интереса к социальной значимости генетики. Пока на протяжении XVIII и XIX веков ученые пытались разобраться в особенностях реализации наследственных механизмов, в некоторых государствах и отдельных малочисленных слоях общества сформировалась некая социальная озабоченность по поводу наследственного здоровья человека и путей его улучшения, о методах влияния на наследственные качества будущих поколений с целью их совершенствования. На сегодняшний день продолжают споры о необходимости социальных и политических мероприятий, направленных на улучшение наследственных характеристик человеческих популяций.

После публикации книги Дарвина «*О происхождении видов*» в 1859 году такие проблемы стали особенно актуальны. Хотя Дарвин воздерживался от упоминания и анализа путей человеческой эволюции, опасаясь «подливать масла в огонь» уже бушевавших в обществе противоречий, не нужно быть провидцем, чтобы не понимать возможности применения к людям идеи естественного отбора рядом научных работников. С одной стороны, естественный отбор – сила, определяющая судьбу всех генетических изменений в природе. С другой стороны – это и мутации, которые обнаружил Морган в

гене дрозофил, отвечающем за цвет глаз, и, вполне возможно, неравные способности к социализации.

В природе популяции организмов обладают мощным репродуктивным потенциалом. Возьмем, к примеру, плодовых мушек, поколение которых сменяется всего за десять дней, а каждая самка откладывает примерно три сотни яиц (причем из половины яиц вылупятся самки). Если взять всего пару плодовых мушек, то через месяц (спустя три поколения) будет $150 \times 150 \times 150$ плодовых мушек – более трех миллионов особей, и все они будут происходить от всего одной пары, которая начала размножаться всего месяц назад. Дарвин пояснил этот момент, выбрав вид с противоположного конца репродуктивного спектра:

Слон плодится медленнее всех известных животных, и я попытался вычислить минимальные размеры его размножения. Он начинает плодиться, всего вероятнее, не ранее тридцатилетнего возраста и до девяноста лет приносит шесть детенышей; допустив эти цифры, получим, что спустя пять столетий от первой пары слонов произошло бы пятнадцать миллионов живых потомков.

Проведенные расчеты показывают, что большинство новорожденных плодовых мушек и слонят благополучно достигают зрелости. Таким образом, теоретически требуется только бесконечный источник пищи и воды, поддерживающий репродуктивную пирамиду. Однако на практике такое

не происходит: пищевые ресурсы ограничены, выживают далеко не все плодовые мушки и слонята. Между различными особями в пределах вида также идет конкуренция за ресурсы. Возникает вопрос: от каких обстоятельств зависит, кто выйдет победителем из этой конкурентной борьбы? Дарвин отмечал, что в силу генетической изменчивости некоторые особи получают преимущество в борьбе за существование. Известный пример – эндемичная группа птиц, населяющая Галапагосские острова и остров Кокос (дарвиновские вьюрки). Особи, обладающие определенными признаками, скажем достаточно крупным клювом, который позволяет питаться наиболее изобильными семенами, имеют более высокие шансы на выживание. Поэтому такой выгодный вариант гена, обеспечивающий нужный размер клюва, передается следующему поколению. Таким образом, естественный отбор обогащает следующее поколение полезными мутациями, таким образом через определенное число поколений все особи приобретают некоторый полезный признак в виде размера и формы клюва.

Викторианцы экстраполировали ту же логику на людей. Они осмотрелись – и увиденное их встревожило. Достоинные, нравственные, работающие представители привилегированных классов безнадежно проигрывали в воспроизводстве грязным, аморальным, ленивым выходцам из низов. Викторианцы предполагали, что такие достоинства, как порядочность, нравственность и трудолюбие, передаются в совокуп-

ности точно так же, как и пороки: непристойность, распутство, лень. Следовательно, такие признаки должны были наследоваться и, с точки зрения викторианцев, также были просто двумя вариантами дарвиновской генетической изменчивости. Если всякая чернь плодится эффективнее уважаемых господ, то в человеческой популяции должны накапливаться «плохие» гены. Наш вид обречен! Люди должны постепенно все сильнее развращаться, по мере того как будет все сильнее возрастать частотность «аморальных» генов.

Френсис Гальтон – английский исследователь, географ, антрополог и психолог, основатель дифференциальной психологии и психометрики, будучи младшим кузеном и другом Дарвина, обращал особое внимание на его научные труды. Книга Дарвина «О происхождении видов» вдохновила Френсиса Гальтона на своего рода «крестовый поход» в области социологии и генетики, что в итоге привело к катастрофическим последствиям. В «Происхождении видов» Гальтона заинтересовала глава «Изменчивость у одомашненных животных». Вдохновленный прочитанным, он принялся за тщательное статистическое исследование изменчивости и наследственности у людей. Результаты своей работы Гальтон изложил в книге «*Наследственный гений*» (*Hereditary genius*), в которой сделал вывод, что у человека выдающегося гораздо больше шансов иметь выдающегося сына, чем у человека рядового. В 1883 году, год спустя после смерти ку-

зена, Гальтон окрестил новое течение «евгеникой».

Евгеника была лишь одним из многих увлечений разностороннего исследователя Гальтона: поклонники считали его энциклопедистом, недоброжелатели – дилетантом в науке. В действительности же круг вопросов, которым Гальтон посвящал свое время, был чрезвычайно широк. Он был очень эрудированным человеком, что позволило ему сделать серьезный вклад во многих областях науки, включая метеорологию (антициклон и первые общедоступные погодные карты), статистику (регрессия и корреляция), психологию (синестезия), биологию (природа и механизмы наследственности) и криминалистику (дактилоскопия). Он родился в 1822 году в состоятельной семье, и его образование – частично медицинское, частично математическое – превратилось в хронику обманутых ожиданий. Когда Гальтону было 22 года, умер его отец, и это событие освободило Френсиса от родительского диктата и одновременно обеспечило завидным наследством – молодой человек как следует воспользовался и первым, и вторым. Однако, прокутив целых шесть лет в режиме, как бы мы сказали сегодня, «мажора», Гальтон остепенился и стал одним из видных представителей викторианского истеблишмента. В течение почти двух лет, с 1850 по 1852 год, он путешествовал по Сирии, Египту и Судану, занимался научными исследованиями. Вернувшись, он написал и издал книгу «Рассказ исследователя тропической Южной Африки», которая вызвала значительный интерес в научных и

общественных кругах.

В одной из своих экспедиций он обнаружил поразительный случай стеатопигии – так называется характерная анатомическая черта (огромные выпуклые ягодицы), которая часто встречается у живущих в этом регионе туземок из племени нама. Гальтон осознал, что природа одарила эту женщину «модной» в то время в Европе фигурой, и европейские кутюрье были вынуждены проявлять исключительную изобретательность, стоившую клиенткам весьма недешево, чтобы обеспечить своим клиенткам желаемый внешний вид.

Я полагаю себя ученым, и мне просто не терпелось тщательно измерить ее формы; однако сделать это было непросто. Я не знал ни слова на языке готтентотов (так голландцы называют людей племени нама), поэтому никак не мог объяснить этой даме, к какой части ее тела собираюсь прикладывать рулетку; при этом мне так и не хватило духу попросить любезного хозяина-миссионера, чтобы он перевел даме мою просьбу. Потому я ощущал некую неловкость, таращась на округлости ее ягодиц, дар щедрой природы расе людей, который любой модельер со всеми его кринолинами и набивками мог бы в лучшем случае кое-как симитировать. Предмет моего восхищения стояла под деревом и крутилась во все стороны, почти как стрелка компаса, – так обычно поступают все леди, желающие, чтобы ими полюбовались. Вдруг я взглянул на секстант, и меня осенило. Я зарисовал ее фигуру под разными углами – сверху, снизу, поперек,

по диагонали, зафиксировав все особенности фигуры в виде контурных изображений, опасаясь допустить любую ошибку. Закончив с рисованием, я смело вытащил мерную ленту и измерил расстояние от того места, где стоял сам, до того места, где стояла она. Узнав таким образом и расстояние, и углы, я вычислил результаты при помощи тригонометрии и логарифмов.

Тяга к квантификации помогла Гальтону разработать многие фундаментальные принципы современной статистики. Кроме того, благодаря вычислениям он смог провести некоторые хитроумные наблюдения. Так, он проверил эффективность действия молитвы. Он счел, что если молитвы действуют, то те люди, за которых молятся больше всего, должны обладать определенным преимуществом. Для проверки гипотезы он изучил долголетие британских монархов. Он отметил, что каждое воскресенье во всех английских церквях все прихожане возносят совместную молитву за здоровье королевской семьи. По мнению Гальтона, уж монархи наверняка должны иметь необычайно крепкое здоровье по сравнению с простыми смертными, за которых перед богом просят только наши родные и близкие. Рассмотрев факты, Гальтон не обнаружил этому никаких статистических подтверждений. Фактически же молитва оказалась неэффективной: Гальтон выяснил, что в среднем монархи умирали в чуть более раннем возрасте, чем другие представители британской аристократии.



Гротескное изображение женщины из племени нама, XIX век

Родство с Дарвинами (общий прадед Чарльза и Френсиса, Эразм Дарвин, был одним из выдающихся интеллектуалов своего времени) и собственный высокий интеллектуальный уровень привели Гальтона к мысли о непропорциональности рождения в некоторых семьях и родословных линиях знаменитых и успешных людей. В 1869 году он опубликовал работу, заложившую основу всех его идей: «Наследственность таланта, ее законы и последствия». В этой книге он пытался показать, что талант, как и простые генетические черты, подобные габсбургской губе, действительно прослеживается в родословных.

Замысел книги Гальтон характеризует следующим образом: «Теория наследственности таланта, хотя к ней обыкновенно относятся с недоверием, находила себе защитников и между прежними писателями, и между новейшими. Но я объявляю притязание на то, что я первый пытался разработать этот предмет статистически, пришел к таким результатам, которые могут быть выражены цифрами, и применил к изучению наследственности закон отклонения от средних величин». Он приводил в качестве примера целые династии судей. По его мнению, сын знаменитого судьи с высокой долей вероятности может стать судьей, хотя очевидно, что даже при полном отсутствии таланта сыну судьи могут помочь

связи отца в большей степени, чем сыну крестьянина. Однако Гальтон не игнорировал эффект окружающей среды абсолютно, он впервые указал на дихотомию «природа и воспитание», ссылаясь на одного из главных персонажей романтической трагикомедии Уильяма Шекспира «Буря», Калибана, отъявленного злодея: «Нет, Калибана мне не приручить!.. Он прирожденный дьявол, и напрасны... Мои труды и мягкость обращения»².

Результаты проведенного анализа, по мнению Гальтона, требовали дополнительных исследований и, как мы сейчас понимаем, не всегда были верны.

«Я совершенно не допускаю гипотезы, иногда высказываемой прямо, а еще чаще подразумеваемой преимущественно в рассказах, писанных для назидания детей, которая утверждает, будто бы все рождаются на свет почти одинаковыми и что единственными факторами, создающими различие между тем и другим мальчиком или тем и другим взрослым человеком, являются прилежание и нравственные усилия над собою. Я самым безусловным образом отвергаю предположение о природном равенстве между людьми».

Из приведенной мысли Гальтона вытекало следствие о возможности «оптимизировать» человеческую популяцию, расширяя репродуктивный потенциал одаренных личностей и ограничивая возможности для размножения менее одарен-

² Шекспир У. Полн. собр. соч.: В 8 т. Т. 8. С. 193. Перевод М. Донского.

ных представителей общества. Свои исследования по диагностике различий в психических качествах людей Гальтон использовал для обоснования идеи о необходимости отбора наиболее приспособленных членов социума. Он утверждал, что человеческий род можно улучшить таким же путем, каким выводится новая порода животных, за счет соответствующих браков в течение нескольких поколений.

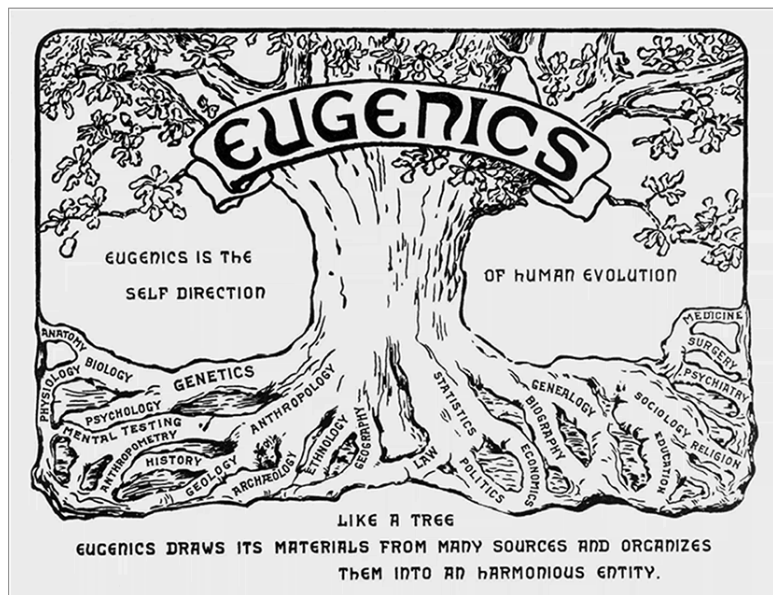
Точно так же, как методами тщательной и умелой селекции в рамках естественных ограничений удается получить стабильную породу собак или лошадей, обладающих особыми способностями к бегу или к чему-нибудь еще, представляется вполне возможным произвести высокоталантливую расу людей путем рассчитанных браков в течение нескольких последовательных поколений.

Гальтон ввел новый термин «евгеника» (что буквально означает «наука о рождении блага») для описания применения основного принципа сельскохозяйственного размножения для человека. Со временем последователи Гальтона стали называть евгенику «самонаправленной эволюцией человека»: последователи идей Гальтона считали, что, сознательно выбирая, кому можно иметь детей, они смогут остановить «евгенический кризис», родившийся в викторианском воображении под впечатлением от чрезмерной плодовитости непривилегированных слоев населения и от того, что семьи представителей благородных «средних» классов обыч-

но невелики. Эта идея была антигуманной, хотя сам Гальтон поставил ее совсем не как социальную, но как важную медицинскую и психологическую проблему учета наследственных факторов в развитии индивида.

Сегодня слово «евгеника» запятнано идеями нацизма и расизма, и период расцвета евгеники, приходящийся на расцвет фашизма, является одним из самых неприятных и болезненных в истории генетики, хотя на рубеже XIX–XX веков у евгеники еще не было дурной репутации. В первой половине XX века идеи евгеники породили влиятельное научное и политическое движение, евгенические общества были созданы во многих странах. Многие общественные деятели усматривали в ней реальную возможность улучшить не только общество в целом, но и многих его представителей в отдельности. С особым энтузиазмом евгенику восприняли те, кого сегодня отнесли бы к либералам с левоцентристскими взглядами. Основные положения евгеники поддерживала группа социалистов-фабианцев, к которым принадлежали некоторые наиболее прогрессивные мыслители той эпохи. Среди них был и Джордж Бернارد Шоу, писавший: «Разум уже не разрешает нам отрицать, что ничего, кроме евгенической религии, не может уберечь нашу цивилизацию от судьбы, постигшей все прежние цивилизации». В тот период казалось, что евгеника позволяет решить одну из самых застарелых проблем в обществе: искоренить ту часть человечества, которую при других условиях можно лишь изолиро-

вать в специальных учреждениях.



Евгеника, как она была воспринята в первой половине XX века: возможность для людей контролировать собственную эволюционную судьбу

Гальтон и его последователи различали негативную и позитивную евгенику. Негативная евгеника предполагала лишение неполноценных граждан возможности продолжения рода и передачи по наследству «субнормальных» генов. Позитивная евгеника ставила своей задачей обеспечить пре-

имущества для воспроизводства наиболее физически или интеллектуально одаренных. Исторически в качестве основного объекта негативной евгеники рассматривались психические больные, наркоманы, больные сифилисом, уголовные преступники и т. д. В то время как сам Гальтон пропагандировал так называемую «позитивную евгенику», в рамках которой генетически благополучным людям рекомендовалось иметь детей, американское евгеническое движение в большей степени фокусировалось на «негативной евгенике», которая стремилась помешать размножению людей, генетически неполноценных с точки зрения последователей негативной евгеники.

Американское стремление избавиться от «недоброкачественных генов», повысить повторяемость «качественных генов» имело истоки в нескольких влиятельных исследованиях по проблемам семьи. «Вырождение» и «слабоумие» – два вычурных термина того времени – в полной мере характеризуют американскую одержимость проблемой генетического угасания вида. В 1875 году Ричард Дагдейл опубликовал личные впечатления о семейном клане Джюк из северной части штата Нью-Йорк. В той части штата, что прилежала к месту проживания семейства, само их имя «Джюк» стало ругательным. По мнению Ричарда Дагдейла, в этом семействе прослеживалось сразу несколько поколений убийц, алкоголиков и насильников.

Психолог Генри Годдард был одним из первых исследова-

телей причин умственной отсталости. Он приводил доводы в пользу наследственного интеллекта и был защитником евгеники. В 1912 году Годдард опубликовал исследование, в котором описал «семейство Калликак». Это история о двух семейных родословных, восходящих по мужской линии к общему предку, у которого был незаконнорожденный ребенок (от связи со «слабоумной» барменшей, которую он повстречал в таверне, когда служил в американской армии в годы Войны за независимость), а также дети, рожденные в законном браке. Потомки от случайной связи мистера Калликака имели умственную отсталость, а потомки от законного брака были благопристойными и уважаемыми гражданами. С точки зрения Годдарда, этот «естественный эксперимент по изучению наследственности» мог явиться поучительной историей о том, что такое хорошо и что такое плохо с точки зрения семьи и социума. Точка зрения Годдарда была отражена даже в выдуманной фамилии, которую он дал этому семейству. Имя собственное «Калликак» составлено из двух греческих слов: *kalos* (хороший, благопристойный) и *kakos* (плохой).

Генри Годдард внедрил в жизнь американского общества тесты на интеллект, позаимствовав их у француза Альфреда Бине. Новые методы проверки умственных способностей на первый взгляд подтверждали, что генетическая линия человеческого рода постепенно деградирует, однако при детальном рассмотрении результатов тестирования в методах опре-

деления индекса интеллекта обнаружили недостатки. На заре определения IQ, считалось, что высокий интеллект и пытливый ум неизбежно сочетаются со способностью усваивать большие объемы информации. Следовательно, набор знаний индивида расценивался как своеобразная совокупность интеллектуальных данных. В соответствии с такой логикой в первых тестах на интеллект было много вопросов на общую эрудицию. Вот несколько вопросов из стандартного теста, который проходили американские новобранцы в годы Первой мировой войны.

Выберите один из четырех вариантов

Виандот – это вид:

1) лошадей; 2) домашней птицы; 3) коров; 4) гранита.

В амперах измеряется:

1) сила ветра; 2) сила тока; 3) напор воды; 4) количество осадков.

Сколько ног у зулуса:

1) две; 2) четыре; 3) шесть; 4) восемь.

[Правильные ответы: 2, 2, 1.]

Примерно половина рекрутов «проваливали» такой тест и признавались «слабоумными». Такие результаты раскручивали евгеническое движение в США; равнодушным американцам казалось, что пул генов все сильнее наводняется генами «умственно неполноценных людей».

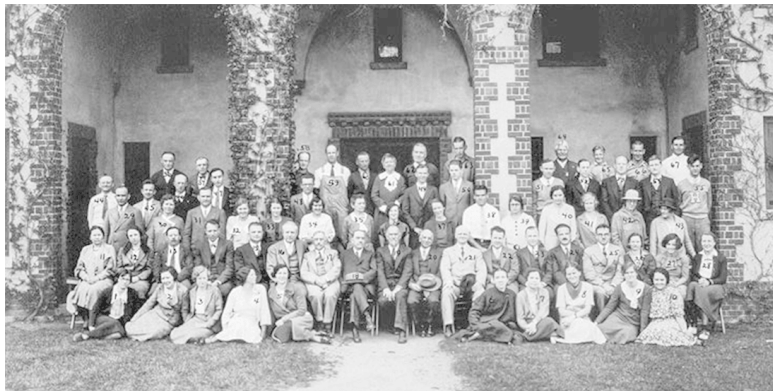
Большинство ученых того времени осознавали, что евгенические мероприятия в достаточной степени требуют понимания генетической подоплеку таких понятий, как слабоумие и умственная неполноценность. В свете заново проанализированных работ Менделя казалось, что такая подоплека действительно может иметь место. Первым начинанием такого рода стала работа, выполненная в Лонг-Айленде одним из моих предшественников, Чарльзом Девенпортом, проводившим исследования на станции экспериментальной эволюции в Колд-Спринг-Харборе.

В 1910 году Девенпорт получил финансирование от наследницы железнодорожного магната и основал собственную станцию экспериментальной эволюции в Колд-Спринг-Харборе. Задача организованной Девенпортом станции экспериментальной эволюции заключалась в сборе и анализе информации, генеалогических данных о генетике различных признаков: от эпилепсии до склонности к преступлениям. На протяжении десятилетий лаборатория в Колд-Спринг-Харборе была мозговым центром американского евгенического движения.

Миссия лаборатории в Колд-Спринг-Харборе (*Cold Spring Harbor Laboratory*), за годы ее существования изменилась, отойдя от принципов евгеники. В современном научном мире лаборатория стала позиционироваться как локомотив научных генетических исследований. В основу работы лаборатории положена прочная исследовательская база. Сегодняш-

ние направления ее деятельности: исследования в области онкологии, нейробиологии, генетики растений, геномики и биоинформатики.

В своих действиях Чарльз Девенпорт всегда руководствовался основными положениями евгеники. Например, для проведения исследовательских работ он набирал только женщин, поскольку считал, что женщины наблюдательнее и коммуникабельнее мужчин. Придерживаясь ключевой цели евгеники – уменьшить количество «некачественных» генов и увеличить количество «качественных», – женщин он брал на работу не более чем на три года. По мнению Девенпорта, умные и образованные женщины, нанятые им на работу, обладали «качественными» генами, и такие представительницы общества были просто обязаны через три года создать семью и передать свои «качественные» гены, или, как говорил Девенпорт, свое «генетическое богатство», по наследству.



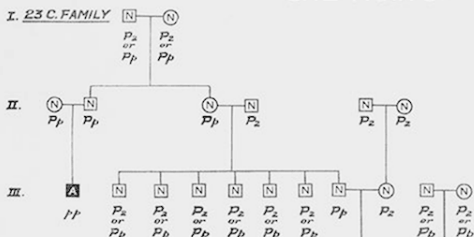
Штатные сотрудники станции экспериментальной эволюции в Колд-Спринг-Харборе. Чарльз Девенпорт в центре. Подбирая кадры, Чарльз Девенпорт руководствовался собственной мыслью о том, что женщины генетически предрасположены к сбору генеалогической информации

ACTUAL PEDIGREES OF ALBINISM

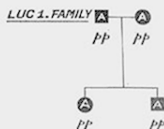
(THE 23 C. AND THE LUC 1. FAMILIES - DAVENPORT.)

ILLUSTRATING THE MANNER OF THE TRANSMISSION OF RECESSIVE TRAITS.

I. 23 C. FAMILY



LUC 1. FAMILY



LEGEND

- □ Albinism
- □ Normally pigmented skin.
- P₂ - Germ-plasm Duplex for normal pigmentation. None of germ-cells lack pigment producing qualities.
- P_p - Germ-plasm Simplex for normal pigmentation. One half of the germ-cells possess and one half lack pigment producing qualities.
- p_p - Germ-plasm Nulliplex for normal pigmentation. None of the germ-cells possess the pigment producing quality.

WITH TRAITS THAT ARE RECESSIVE NOTE THAT:-

- i. The trait may skip one or more generations.
- ii. On the average a relatively small number of the members of the families are affected.
- iii. Only nulliplex persons are affected.
- iv. Simplex persons - those apparently normal but carrying the germ-plasm (aunt) - can be determined only by mating, hence with traits of this sort there is much more danger of invidiously condemning the germ-plasm of the race than in the case with dominant traits.
- v. The trait must come from both sides of the house.

NOTE:- Many defects are recessive, e.g. the various forms of insanity, feeble-mindedness, epilepsy etc. - factors of many of the talents also are thought to be similarly inherited.

Адекватная генетика: генеалогическая схема Девенпорта, демонстрирующая, как наследуется альбинизм

Чарльз Девенпорт анализировал с менделевской точки зрения родословные тех членов общества, которые он сам выстраивал на основе человеческих признаков. Исходно Девенпорт интересовался лишь ограниченным набором черт, таких как альбинизм (рецессивный) и болезнь Хантингтона (доминантный), принципы наследования которых он знал наверняка. После первых успехов составления таких родословных он стал изучать генетические основы человеческо-

го поведения. На первый взгляд, это было простой задачей. Девенпорту требовалось всего-то узнать генеалогию и некоторую информацию из семейной родословной (то есть выяснить, у кого из членов семьи в генетической линии проявлялась интересовавшая его характеристика), после чего он делал выводы о генетической детерминированности выявленного признака. Результатом его работы стала книга «Наследственность и ее связь с евгеникой», которая вышла в 1911 году. В качестве научной основы книги Девенпорт приводил биографии династий великих композиторов или ученых, демонстрировал пример семьи, отличавшейся «инженерными и изобретательскими способностями, особенно в конструировании и постройке лодок». Девенпорт считал, что таким образом отслеживает передачу гена кораблестроения. Ученый, как мы теперь понимаем, ошибочно утверждал, что может провести типизацию любых семей в зависимости от их фамилий. Так, по Девенпорту, людям по фамилии Твайнингс свойственен фенотип: широкие плечи, темные волосы, густые брови, выступающий нос, лабильность психики, хорошее чувство юмора, смешливость, любовь к музыке и лошадям.

Все эти потуги Девенпорта ничего не стоили с точки зрения доказательной науки. На сегодняшний день достоверно известно, что все упомянутые свойства легко меняются под воздействием факторов окружающей среды. Девенпорт, как и Гальтон, предполагал, что генетические факторы неизмен-

но торжествуют над воспитанием и факторами среды. Ошибкой Девенпорта стало то, что те данные, которые он получил на первых этапах своей работы по изучению альбинизма и болезни Хантингтона, действительно имеют под собой строгую генетическую основу и наследуются по законам генетики, поскольку они обусловлены конкретной мутацией в определенном гене. Что же касается большинства поведенческих характеристик, то если они и обладают генетической основой, то природа таких нарушений очень сложна, и понадобятся десятилетия для уточнения патогенетических и генетических механизмов таких нарушений, поскольку поведенческие особенности могут зависеть от множества различных генов, каждый из которых может в той или иной степени влиять на конечный результат. Поэтому интерпретировать и анализировать родословные так, как это делал Девенпорт, на сегодняшний день не только невозможно, но и некорректно. Более того, генетические причины весьма туманно определяемого качества вроде задержки умственного развития у разных индивидов могут сильно различаться, поэтому поиск основополагающих генетических закономерностей в данном случае оказывается почти бесплодным.

марках, где ранее премировались лишь коровы, дающие высокие надои, и овцы, теперь появились номинации «самый лучший младенец» и «самая здоровая семья штата». Фактически это была пропаганда «положительной генетики», стимулирование «подходящих» с точки зрения евгеники людей к тому, чтобы именно они заводили детей.

Евгеника была в порядке вещей в зарождающемся феминизме. Первые поборницы контроля рождаемости, Мэри Стоупс в Великобритании и Маргарет Сэнгер в США, основавшая общество планирования семьи Planned Parenthood, считали контроль рождаемости одним из вариантов евгеники. Сэнгер однозначно высказалась по этому поводу в 1919 году: «Как можно больше детей от здоровых и как можно меньше от нездоровых – вот суть контроля над рождаемостью».

Гораздо мрачнее выглядело развитие отрицательной евгеники, закрывавшей путь к деторождению «не тем» с точки зрения евгеники людям. Переломный момент в подобных разработках наступил в 1899 году, когда молодой человек по фамилии Клоусон обратился к тюремному врачу из штата Индиана (США) по фамилии Гарри Шарп. Проблема Клоусона, которую медики того времени диагностировали как болезненное расстройство, заключалась в компульсивной мастурбации. Слово «компульсивная» означает навязчивая, но в данном случае мастурбация не просто носит навязчивый характер, но еще и представляет собой форму

зависимого поведения.

Клоусон сообщил, что злоупотреблял мастурбацией с двенадцати лет. Мастурбация в тот период расценивалась как элемент общего синдрома дегенерации, и Шарп разделял общее убеждение врачей, что умственная отсталость, низкий образовательный уровень Клоусона связаны с этим компульсивным расстройством. Шарп задался вопросом: что делать? Решением стала только изобретенная в эти годы вазэктомия – хирургическая операция, при которой производится перевязка или удаление фрагмента семявыносящих протоков. Впоследствии Шарп заявил, что «вылечил» Клоусона. Интересно продолжение этой истории: у самого Шарпа развилось собственное компульсивное расстройство – он увлекся вазэктомией.



Победители конкурса здоровых семей в номинации «Большая семья», ярмарка штата Техас, США (1925)

Свой успех в излечении Клоусона (увы, в подтверждение этому сохранился только собственный отчет доктора Шарпа) врач стал продвигать в качестве доказательства эффективности подобного обращения со всеми пациентами, имеющими компульсивные расстройства. По мнению Шарпа, стерилизация якобы решала сразу две задачи. Во-первых, как он считал, стерилизация позволяет искоренить «асоциальное поведение» Клоусона и позволит сэкономить деньги государства, поскольку те, кого раньше требовалось держать в за-

ключении в тюрьмах или психбольницах, после такой операции становятся «сексуально безопасными», и их можно выпустить на свободу. Во-вторых, стерилизация не позволяет таким людям, как Клоусон, передавать свои гены последующим поколениям. Таким образом, Шарп считал стерилизацию превосходным решением евгенического кризиса.

Шарп оказался умелым лоббистом своих идей, и в 1907 году в штате Индиана (США) был принят первый закон об обязательной стерилизации слабоумных («зонтичный термин», использовавшийся в то время для обозначения девиантов), легализовавший стерилизацию лиц, признанных «преступниками, идиотами, насильниками и имбецилами». Закон оказался несовершенен с юридической точки зрения и его отменили в 1974 году. Вслед за штатом Индиана закон приняли в 30 американских штатах. К 1941 году в США в установленном порядке стерилизовали несколько десятков тысяч лиц, в одной только Калифорнии было проведено 20 тысяч операций. Фактически такие законы позволяли правительству штата решать, кто вправе и кто не вправе иметь детей. Были попытки обжаловать такие приговоры. В 1927 году Верховный суд США встал на сторону судей штата Виргиния в громком деле о стерилизации пациентки интерната для эпилептиков и слабоумных по имени Керри Бак. Судья Оливер Уэнделл Холмс вынес следующий вердикт:

Для всего мира будет лучше, если, вместо того чтобы ждать рождения нового дегенеративного

потомства, способного только на преступления или на пожизненное нахлебничество из-за своего слабоумия, общество сможет предотвратить продолжение рода таких лиц... Трех поколений имбецилов достаточно.

Стерилизация вошла в практику и за пределами США, причем не только в нацистской Германии, как принято думать. Подобные законы были приняты и в Швейцарии, и в скандинавских странах.

Евгеника как научное направление, безусловно, не подразумевает расизма – ведь «качественные» гены, распространение которых стимулирует евгеника, могут быть у человека любой расы. Однако начиная с Гальтона, чей отчет об африканской экспедиции подкрепил предрассудки о «низших расах», знаменитые практикующие евгеники того времени стремились подвести «научное» обоснование под взгляды расистов. Генри Годдард, прославившийся своим «семейством Калликак», в 1913 году подверг тестированию IQ иммигрантов, прибывающих на остров Эллис, и обнаружил, что целых 80 % потенциальных новых американцев, по его определению, слабоумны. Тестирование IQ, которое проводили в армии США для новобранцев в годы Первой мировой войны, позволяло сделать схожие выводы: 45 % новобранцев, родившихся за рубежом, не дотягивали по умственному развитию до восьмилетнего возраста (а среди урожденных американцев эта цифра была еще ниже – всего 21 %). Предлагаемые тесты оказались необъективны – взять хотя бы то,

что тексты были на английском языке, которым тестируемые не владели в совершенстве, – но в тот момент это не интересовало составителей; в данной ситуации расисты оказались на высоте положения, поставив евгенику себе на службу.

Термин «превосходство белых» еще не появился, но настроения Америки начала XX века, направленные против представителей других рас, особенностей поведения, этнических групп, достигли максимальной напряженности. WASP (белые, англосаксы, протестанты), составляющие всего 7 % населения США, оказались недовольны равноправием всех групп населения США. Англосаксонская социально-политическая элита того времени и Теодор Рузвельт всерьез были озабочены тем, что иммигранты с низким интеллектуальным уровнем развития негативно влияют на развитие Америки. В 1916 году Мэдисон Грант, богатый житель Нью-Йорка, друг Девенпорта и Рузвельта, опубликовал книгу *«Конец великой расы»*, где утверждал, что нордические народы совершеннее всех остальных народов, в том числе и среди прочих европейцев. Чтобы сохранить «драгоценное нордическое наследие» Соединенных Штатов, Мэдисон Грант развернул кампанию за ограничение иммиграции в США любых представителей ненордических народов. Он являлся активистом расистской евгеники в описываемый нами период:

В сложившихся условиях наиболее практичным и многообещающим методом расовой оптимизации

представляется устранение наименее желательных представителей нации путем лишения их возможности оставлять потомство. Селекционерам хорошо известно, что масть коровьего стада можно изменить, последовательно выбраковывая особей с нежелательной расцветкой, что, безусловно, подтверждается и на других примерах. Так, черных овец практически не осталось, потому что животные такой масти тщательно уничтожались из поколения в поколение.

Несмотря на формулировки, книга Мэдисона Гранта отнюдь не являлась бульварной публикацией сумасбродного маргинала – это был влиятельный бестселлер того времени. Впоследствии его перевели на немецкий и – что совершенно неудивительно – он приглянулся нацистам. Грант с восхищением вспоминал, как получил письмо от Гитлера, где тот называл книгу Гранта своей библией.

Вероятно, наиболее влиятельным представителем «научного» расизма той эпохи (пусть и не таким знаменитым, как Грант) был Гарри Лафлин, правая рука Девенпорта. Лафлин был сыном проповедника из штата Айова, свой «профессиональный» опыт в евгенике он приобрел, изучая родословные породистых лошадей и кур. Он контролировал научную работу станции экспериментальной эволюции в Колд-Спринг-Харборе, но наиболее проявил себя как эффективный лоббист идей евгеники. Во имя идей и принципов евгеники он фанатично пропагандировал стерилизацию и ограничения на въезд генетически неблагонадежных иностран-

цев (благонадежными, с его точки зрения, считались только выходцы из Северной Европы). Свою негативную историческую роль он сыграл, работая в Конгрессе экспертом-свидетелем на слушаниях об иммиграции. Там Лафлин дал волю своим ненаучным предрассудкам, естественно, выдавая их за «научные». Когда данные исследований не сходились или противоречили его идеям, Лафлин их подтасовывал. Стоило Лафлину обнаружить, что дети еврейских иммигрантов учатся в школах лучше, чем дети местных жителей, как он стал примешивать результаты евреев к представителям нации той страны, откуда они прибыли, и превосходная успеваемость евреев отлично затушевывалась. Когда в 1924 году в США был принят Закон об иммиграции Джонсона – Рида, серьезно ужесточивший правила иммиграции из Южной Европы и других регионов в США, Мэдисон Грант и ему подобные с энтузиазмом приветствовали это событие – это был звездный час Лафлина. Несколькоми годами ранее Калвин Кулидж, будучи вице-президентом США, предпочел проигнорировать как коренных американцев, так и всю историю иммиграции в США, заявив однажды: «Америка – для американцев». Впоследствии уже на посту президента США он подписал собственное пожелание, что соблюдение расовых законов для нации столь же необходимо, как закон об иммиграции (*Ethnic law is as great a necessity to a nation as immigration law*).

Лафлин, как и Грант, пользовался популярностью в уз-

ких кругах нацистов, увидевших в теориях Лафлина и Гранта научную базу, на которую можно списать жестокость уже своих законодательных актов. В 1936 году Лафлин с энтузиазмом принял степень почетного доктора Гейдельбергского университета, где его характеристика звучала так: «дальновидный представитель Америки, воплощающий расовую политику». Однако вскоре у Лафлина была диагностирована эпилепсия, и его последние годы оказались очень тяжелыми, поскольку на протяжении всей карьеры он ратовал за стерилизацию эпилептиков, так как считал их генетическими дегенератами.

*Relative Social Inadequacy of the Several Nativity Groups
and Immigrant Races in the United States.*

ALL TYPES OF SOCIAL INADEQUACY

Including feeble-mindedness, insanity, crime, epilepsy, tuberculosis, blindness, deafness, deformity and dependency. Based upon an analysis of the population of 445 State and Federal custodial institutions.



Научный расизм: данные о социальной неполноценности жителей США, полученные по результатам анализа в этнических группах (1922). Гарри Лафлин использовал термин «социальная неполноценность» как совокупное название для множества расстройств – от слабоумия до туберку-

леза. Лафлин вычислил для каждой группы «квоту» на принудительное лечение, в зависимости от того, какой процент всего населения США приходится на эту группу. Процентный показатель, приведенный здесь, получен путем деления общего количества представителей конкретной группы, помещенных в лечебные учреждения, на квоту этой группы. Представители групп с показателем выше 100 % особенно многочисленны среди таких пациентов

Книга Гитлера «Моя борьба» (*Mein Kampf*), сочетающая элементы автобиографии с изложением идей национал-социализма, изобилует псевдонаучными расистскими бредовыми идеями, основанными на претензиях Германии на расовое превосходство, и сублиматом из самых отвратительных аспектов американского евгенического движения. Гитлер писал, что государство «должно объявить непригодными для размножения всех, кто имеет какие-либо видимые заболевания или унаследовал заболевание и, таким образом, может передать его по наследству, причем необходимо воплотить этот принцип на практике». Еще одна цитата из книги Гитлера: «те, кто нездоровы физически и умственно и не представляют ценности, не должны передавать детям свои телесные страдания». Вскоре после прихода к власти в 1933 году нацисты приняли закон о принудительной стерилизации – «закон о предотвращении размножения лиц с наследственными дефектами», – бесспорно, основанный на амери-

канской модели Лафлина. Последствием принятия этого закона стала стерилизация 225 тысяч человек.

«Положительная» евгеника, стимулировавшая деторождение в среде «правильных» людей, особо процветала в нацистской Германии, причем «правильными» считались только «истинные арийцы». Генрих Гиммлер, лидер СС (элитных нацистских войск), видел свою миссию именно в евгеническом ключе: офицеры СС должны были гарантировать немцам достойное генетическое будущее, заводя как можно больше детей от женщин арийской крови. В 1936 году он организовал специальные родильные дома для жен эсэсовцев, чтобы гарантировать этим женщинам максимально качественный уход в период беременности. На съезде идеологов фашизма, состоявшемся в Нюрнберге в 1935 году, был провозглашен «закон о защите германской крови и германской чести», запрещающий браки между немцами и евреями и даже «внебрачные сексуальные связи между евреями и гражданами Германии, а также представителями родственных кровей». Нацисты с особой щепетильностью подходили к устранению любых браков между немцами и представителями других национальностей.

Особо прискорбно, что такой же жестокостью взглядов на вопросы семьи отличался и закон Джонсона – Рида, над разработкой которого усердно трудился Гарри Лафлин. Для многих евреев, спасавшихся от нацистских репрессий, США были первым и наиболее логичным направлением эмигра-

ции, но ограничительно-расистская иммиграционная политика США вынудила многих отказаться от иммиграции в США. Мало того что закон о стерилизации послужил Гитлеру образчиком для его бесчеловечной программы; вмешательство Лафлина в иммиграционное законодательство означало, что США фактически отдают немецких евреев на растерзание нацистам.

В 1939 году, когда уже шла Вторая мировая война, нацисты стали практиковать эвтаназию. Стерилизация оказалась слишком обременительной. По мнению нацистов, кормить стерилизованных людей оказалось крайне обременительно, пациентов психиатрических больниц также стали считать «дармоедами». В психиатрических отделениях начали распространять опросники, для заполнения которых собирались целые консилиумы врачей, от которых требовалось помечать крестиком тех пациентов, которых они считали «недостойными жить». Такие отметки достались 75 тысячам человек, поэтому была оперативно разработана технология массового уничтожения в газовых камерах. Впоследствии нацисты расширили категорию «недостойных жить», включив в нее целые этнические группы, например цыган, евреев. Холокост стал кульминацией нацистской евгеники.

В конечном итоге евгеника обернулась для человечества настоящей трагедией. Она катастрофически повлияла на нарождающуюся генетику — эта наука тоже оказалась запятанна. На самом деле, несмотря на авторитетность многих

представителей евгеники, в частности Девенпорта, известные ученые критиковали это движение и отмежевывались от него. Альфред Рассел Уоллес, соавтор дарвиновской теории естественного отбора, в 1912 году клеймил евгенику как «обычное беспардонное вмешательство самодовольных фарисеев от науки». Томас Хант Морган, прославившийся исследованием плодовых мушек, «по научным соображениям» отказался от места в совете директоров бюро экспериментальной эволюции и евгеники в Колд-Спринг-Харборе. Раймонд Пирл из Университета Джона Хопкинса писал в 1928 году, что «сторонники ортодоксальной евгеники прямо противоречат фактам, максимально достоверным с точки зрения генетики».

Необходимо понимать, что евгеника утратила авторитет в научном сообществе задолго до того, как нацисты адаптировали ее для своих жутких целей. Ее «научная основа» была фальшивой, а социальные программы, имевшие евгеническое обоснование, – крайне предосудительными с общественной точки зрения. «Связь» евгеники и генетики не прошла незамеченной, к середине XX века научная генетика, в частности генетика человека, столкнулась с серьезным общественным неприятием. Когда в 1948 году я впервые прибыл в Колд-Спринг-Харбор, где ранее располагалось уже упраздненное к тому моменту бюро экспериментальной эволюции и евгеники, никто даже упоминать не решался «слово на букву Е» и не желал обсуждать прошлое собственной на-

уки, хотя старые выпуски немецкого «*Журнала о расовой гигиене*» по-прежнему пылились на библиотечных полках этой лаборатории.

Понимая научную недостижимость и необоснованность евгеники, генетики надолго забросили масштабный поиск таких наследственных закономерностей, которые позволили бы описать поведенческие характеристики человека, будь то «слабоумие» по Девенпорту или «гениальность» по Гальтону, и сосредоточились на локализации генов и выяснении, как тот или иной ген функционирует в клетке. Когда в 1930-е и 1940-е годы появились новые, более эффективные методы изучения биохимических молекул в мельчайших деталях, наконец настало время подступить к величайшей из биологических загадок: какова химическая природа гена?

SCHRÖDINGER: What is Life?

By ERWIN SCHRÖDINGER

☆
WHAT
IS
LIFE
?

☆
The Physicist's approach to the
Subject—With an Epilogue on
Determinism and Free Will

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

Глава 2

Двойная спираль: это жизнь

Я увлекся генетикой, когда учился на третьем курсе в Университете Чикаго. До этого собирался быть натуралистом и планировал, что моя научная карьера пройдет вдали от каменных джунглей Южного Чикаго, где я вырос. Пересмотреть собственные увлечения меня заставила не личность авторитетного педагога, а маленькая книжка, вышедшая в 1944 году. Она называлась «Что такое жизнь?», и написал ее австриец Эрвин Шрёдингер, основатель волновой механики. В основе книги лежали несколько лекций, которые Шрёдингер годом ранее прочитал в Дублинском институте перспективных исследований. Меня заинтриговало, что великий физик нашел время написать книгу по биологии. В те годы я, как и большинство современников, считал химию и физику «настоящими» науками, а физики-теоретики казались мне научными патрициями.

Эрвин Шрёдингер писал, что жизнь можно трактовать как систему хранения и передачи биологической информации. Соответственно, хромосомы считались просто носителями такой информации. Поскольку в каждой клетке приходится укладывать множество информации, она должна архивироваться в виде так называемого шифрованного наследствен-

ного кода, внедренного в молекулярную структуру хромосом. Таким образом, чтобы понять жизнь, нужно выделить эти молекулы и взломать их код. Шрёдингер даже полагал, что путь к постижению жизни лежит через поиски гена, это особый путь, который может вывести нас за пределы законов физики в том виде, в каком мы их понимаем. Книга Шрёдингера оказала на нас большое влияние. Многие из тех, кто затем сыграл роли в первом акте великой драмы под названием «молекулярная биология» (в том числе Френсис Крик, сам когда-то изучавший физику), прочли книгу «Что такое жизнь?» и были ею впечатлены.

Книга Эрвина Шрёдингера вызвала у меня самый живой интерес, поскольку я также был заинтригован сущностью жизни. В то время все еще оставались ученые, хотя и в меньшинстве, полагающие, что основа жизни – это жизненная сила, эманация Всемогущего Бога. Но, как и большинство моих учителей, я презирал идею витализма как таковую. Если именно эта «жизненная» сила была движущим механизмом в игре природы, то вряд ли стоило надеяться познать и саму жизнь научным методом. В то же время мне крайне импонировала идея, что жизнь может передаваться как некий секретный код, записанный в виде свода инструкций. Как молекулярный код может быть столь филигранным, чтобы передавать все чудесное многообразие живого мира? И какая молекулярная уловка позволила бы при каждом удвоении хромосом обеспечить точное копирование этого кода?

В тот момент, когда Шрёдингер выступал в Дублине со своими лекциями, большинство биологов полагало, что основными переносчиками генетической информации в конце концов окажутся белки. Белки – это молекулярные цепочки, слагаемые из 20 различных строительных блоков, именуемых аминокислотами. Поскольку варианты перестановки аминокислот в такой цепочке практически бесконечны, белки, в принципе, вполне могли кодировать информацию, обеспечивающую индивидуальность и биоразнообразие. На тот момент ДНК не рассматривалась всерьез как носитель «генетического кода», пусть даже этот код локализовался исключительно в хромосомах (о чем было известно уже около 75 лет). В 1869 году Фридрих Мишер, швейцарский биохимик, работавший в Германии, смог выделить из пропитанных гноем бинтов, добытых в ближайшей хирургической больнице, особое вещество, которое он назвал «нуклеин». Поскольку гной состоит преимущественно из лейкоцитов, в которых (в отличие от эритроцитов) есть ядра и, соответственно, хромосомы, содержащие ДНК, Фридрих Мишер наткнулся на хороший источник ДНК. Открыв впоследствии, что «нуклеин» встречается исключительно в хромосомах, Мишер понял, что совершил по-настоящему крупное открытие. В 1893 году он писал: «Наследственность обеспечивает непрерывную передачу форм от поколения к поколению, и этот механизм работает даже глубже, чем на уровне химических молекул. Он заключен в структурировании атомных

групп. В данном случае я также являюсь приверженцем химической теории наследования».



Физик Эрвин Шрёдингер, чья книга «Что такое жизнь?» подвигла меня заняться исследованием генов

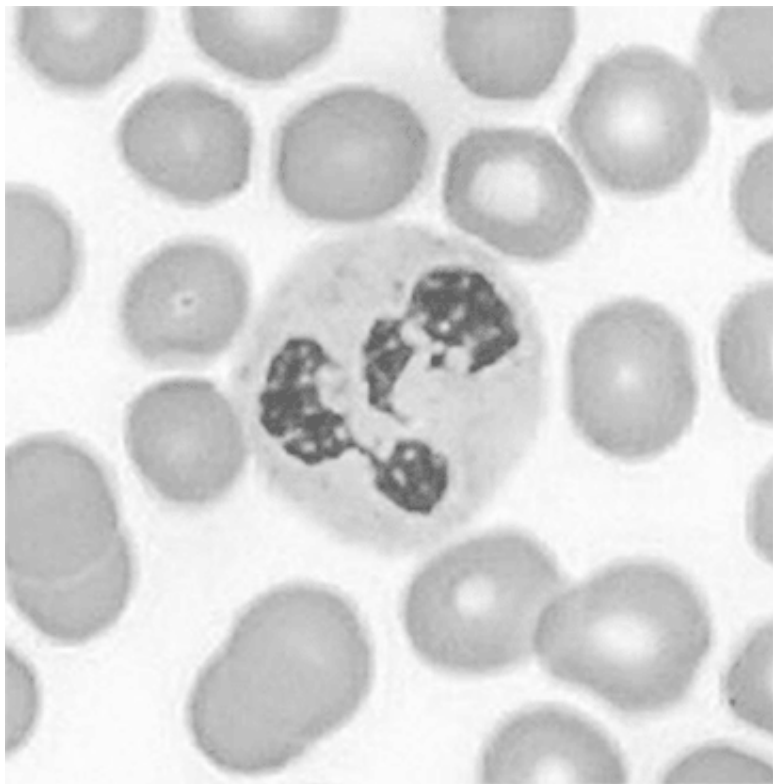
Но даже спустя целые десятилетия возможностей химии еще не хватало для анализа колоссальной и невероятно сложной молекулы ДНК. Только в 1930-е годы выяснилось, что ДНК – это длинная по размерам молекула, в которой содержится четыре разновидности химических оснований: аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т) и цитозин (Ц). Однако на момент дублинских выступлений Шрёдингера по-прежнему было неясно, как устроены химические связи между этими белковыми субъединицами молекулы (так называемыми дезокси-нуклеотидами). Также оставалось загадкой, могут ли различаться последовательности четырех оснований в разных молекулах ДНК. Если в ДНК действительно скрывался шрёдингеровский «генетический код», то эта молекула должна была бы существовать в бесчисленно разнообразных формах. Но на тот момент еще продолжала обсуждаться версия о том, что последовательность нуклеотидов вроде А-Г-Т-Ц может повторяться по всей длине ДНК.

ДНК оказалась в центре внимания генетиков лишь в 1944 году, когда из лаборатории Освальда Эвери в Рокфеллеровском институте (Нью-Йорк) пришла новость, что можно менять состав оболочки бактерии пневмококка. Такой результат оказался сюрпризом для Освальда Эвери и его молодых коллег: Колина Маклеода и Маклина Маккарти.

На протяжении более чем десяти лет группа Эвери отслеживала еще одно необычайное явление, впервые наблюдать которое удалось в 1928 году Фреду Гриффиту, ученому из британского Министерства здравоохранения. Гриффит интересовался пневмонией и изучал ее возбудителя – пневмококк. К тому моменту было известно, что существуют разные штаммы пневмококка, именуемые «гладкими» (S) и «шероховатыми» (R) – названия дали по внешнему виду колоний стрептококков на питательных средах, видимых под микроскопом. Штаммы микроорганизмов различались не только визуально, но и по признаку вирулентности. Оказалось, что если ввести мыши бактерию S-типа, то через несколько дней мышь гибнет, но после инъекции бактерии R-типа остается здоровой. Выяснилось, что клетки S-бактерий имеют оболочку, не позволяющую факторам иммунной защиты мыши распознать микробное «вторжение». У R-клеток такой оболочки нет, поэтому иммунные клетки мыши с ними легко справляются и уничтожают.

Поскольку Гриффит работал в сфере здравоохранения, он знал, что у конкретного пациента иногда можно найти разные штаммы, поэтому заинтересовался, как эти штаммы могут взаимодействовать друг с другом в организме несчастной лабораторной мыши. Одна из комбинаций микроорганизмов натолкнула его на интересное открытие: если в организм мыши вводили S-бактерии, убитые нагреванием (непатогенные), и обычные R-бактерии (также непатогенные), мышь

погибала. Как две непатогенные бактерии могли так «сговориться», чтобы погубить мышь? Ситуация прояснилась, когда ученый выделил бактерии пневмококка из организма погибших мышей и обнаружил живые S-бактерии. Казалось, что живые (непатогенные) R-бактерии что-то позаимствовали у мертвых S-собратьев; что бы это ни было, именно этот ресурс позволял R-бактериям в присутствии убитых нагреванием S-бактерий трансформироваться в живой смертоносный S-штамм. Гриффит доказал, что такие изменения действительно происходят, выведя культуру S-бактерий из нескольких поколений мертвых мышей; бактерия размножалась именно по S-типу точно так же, как размножался бы обычный S-штамм стрептококка, то есть у R-бактерий, введенных мышам, происходили генетические изменения.



Так выглядят под микроскопом кровяные тельца, обработанные специальным веществом для окрашивания ДНК. Задача эритроцитов – переносить кислород; потому, чтобы этот процесс был максимально эффективен, красные кровяные тельца не имеют ядра, а значит, и ДНК. Однако в лейкоцитах,двигающихся в крови в поисках «незваных гостей»,

есть ядро и хромосомы

Хотя такая трансформация противоречила всем устоявшимся на тот момент взглядам, наблюдения Гриффита поначалу почти не заинтересовали научный мир. Отчасти дело было в том, что Гриффит вел крайне уединенный образ жизни и так сторонился больших собраний, что редко бывал на научных конференциях. Однажды его практически заставили прочитать лекцию. Гриффита усадили в такси и, словно под конвоем, доставили в аудиторию к коллегам. Там он монотонно отбарабанил текст, посвященный какому-то унылому аспекту своих микробиологических исследований, но ни словом не обмолвился о превращениях бактерий. К счастью, прорывное открытие Гриффита не прошло незамеченным.

Освальда Эвери также заинтересовали полисахаридные капсулы пневмококков. Он попытался повторить эксперимент Гриффита, чтобы выделить и охарактеризовать фактор, из-за которого R-клетки «трансформировались» в S-клетки. В 1944 году Эвери, Маклеод и Маккарти опубликовали результаты своей работы. В ходе тщательно спланированного дизайна исследования удалось однозначно продемонстрировать, что в основе бактериальных превращений лежит трансформация ДНК. При выращивании бактерий *in vitro*, а не в организме живых мышей оказалось гораздо проще идентифицировать химический состав фактора, преобразующего S-клетки, убитые нагреванием. Методично уни-

чтожая один за другим различные химические компоненты S-клеток, убитых нагреванием, Освальд Эвери с коллегами пытались выяснить, блокируется ли трансформация при отсутствии того или иного компонента. Сначала они избавились от полисахаридной капсулы стрептококка S-бактерии. Трансформация не прекращалась, и, следовательно, дело было не в капсуле. Далее они применили смесь двух протеолитических ферментов – трипсина и химотрипсина, разложив с их помощью практически все белки, присутствовавшие в S-клетках. К их удивлению, и это не повлияло на трансформацию. Тогда они взялись за фермент РНКазу, разлагающую РНК (рибонуклеиновую кислоту). Это второй класс нуклеиновых кислот, похожих на ДНК, которые участвуют в синтезе белков. Трансформация опять происходила. Наконец они добрались до ДНК, обработав вытяжки S-бактерий ферментом, разрушающим ДНК. Здесь они «попали в яблочко». Оказалось, что ДНК и есть тот самый преобразующий фактор.

Итоговая статья Эвери, Маклеода и Маккарти, опубликованная в феврале 1944 года, имела все шансы произвести в науке эффект разорвавшейся бомбы и, как любое революционное открытие, вызвала смешанные отклики коллег. Большинство генетиков согласились с выводами Эвери, Маклеода и Маккарти. В конце концов, ДНК находится в каждой хромосоме – почему бы ей не быть носителем генетической информации? Большинство биохимиков, напротив, со-

мневались, что молекула ДНК обладает достаточной сложностью, чтобы в ней могли храниться такие колоссальные объемы биологической информации. Они по-прежнему полагали, что наследственность должна реализовываться через белки, также входящие в состав хромосом. В принципе, как верно отмечали биохимики, обширный корпус сложной информации было бы гораздо проще зашифровать, воспользовавшись «алфавитом» из двадцати аминокислот (входящих в состав белков), нежели четырехбуквенным «алфавитом» нуклеотидов, из которых состоит ДНК. Особенно едко высказывался против генетической природы ДНК коллега Эвери, работавший в том же самом Рокфеллеровском институте, – биохимик, специалист по белкам Альфред Мирски. Правда, к тому времени Эвери уже не занимался наукой. Рокфеллеровский институт вынудил его выйти на пенсию в возрасте 65 лет.

Увы, Освальд Эвери упустил не только возможность защищать свои разработки от нападков коллег; более того, он так и не удостоился Нобелевской премии, которую определенно заслужил за открытие возможностей ДНК. Поскольку Нобелевский комитет публикует свои протоколы спустя 50 лет после награждения, сегодня известно, что кандидатуру Эвери заблокировал шведский специалист по физической химии Эйнар Хаммарстен. Хотя Хаммарстен приобрел солидную репутацию в основном за то, что умел готовить беспрецедентно чистые препараты ДНК, он все равно был

убежден, что гены – это белки, относящиеся к какому-то еще не известному ученым классу. Даже после открытия двойной спирали Хаммарстен упорствовал в отношении того, что Эвери не заслуживает Нобелевской премии, и продолжал настаивать на своем до тех пор, пока механизм трансформации ДНК не был детально описан. Освальд Эвери умер в 1955 году – проживи он еще несколько лет, и он определенно стал бы лауреатом Нобелевской премии.

Когда в 1947 году я прибыл в Университет Индианы, планируя писать диссертацию по генетике, в научных беседах то и дело упоминалась статья Эвери. К тому времени никто уже не сомневался в воспроизводимости его результатов, а более свежие работы, выполненные в Рокфеллеровском институте, оставляли все меньше оснований полагать, что превращения бактерий могут быть связаны с действием белков. Наконец-то ДНК превратилась в важную цель для химиков, стремившихся к новым прорывным открытиям. В Англии в Кембридже работал толковый шотландский химик Александер Тодд, попытавшийся идентифицировать химические связи, существующие между нуклеотидами в ДНК. К началу 1951 года результатами исследований, проведенных в лаборатории Тодда, удалось доказать, что эти связи всегда одинаковы и остов молекулы ДНК имеет очень правильную форму. В тот же период беженец из Австрии Эрвин Чаргафф, работавший в Колледже терапии и хирургии при Колумбийском университете, применил новый метод, бумажную хро-

матографию, чтобы измерить количественное соотношение четырех оснований ДНК в препаратах, взятых у различных позвоночных и бактерий.

В Индиане я присоединился к небольшой компании дальновидных ученых, в основном физиков и химиков, изучавших репродуктивные механизмы вирусов, атакующих бактерии (такие вирусы называются бактериофаги или коротко – фаги). «Группа Фейдж» сформировалась, когда мой научный руководитель врач Сальвадор Лурия, обучавшийся в Италии, и его близкий друг физик-теоретик Макс Дельбрюк, родившийся в Германии, объединились с американцем Альфредом Херши, специалистом по физической химии. В годы Второй мировой войны и Лурия, и Дельбрюк считались «гражданами враждебных государств», поэтому не допускались к участию в военных научных проектах, несмотря на то что Лурия, этнический еврей, был вынужден бежать из Франции в Нью-Йорк, а Дельбрюк покинул Германию, поскольку выступал против нацизма. Оказавшись изгоями, они тем не менее продолжали работать в своих университетских лабораториях – Лурия в Индиане, а Дельбрюк в Университете Вандербильта – и в течение нескольких лет регулярно выбирались летом в Колд-Спринг-Харбор, чтобы совместно поэкспериментировать над фагами. В 1943 году они заключили альянс с блистательным, но немногословным Херши, который в ту пору сам исследовал фаги у себя в Университете им. Вашингтона в Сент-Луисе.

Исследовательская программа группы «Фейдж» основывалась на предположении, что фаги, как и все вирусы, — это фактически «оголенные гены». Такую концепцию впервые предложил в 1922 году одаренный американский генетик Герман Дж. Меллер, который тремя годами ранее показал, что рентгеновские лучи вызывают мутации. Заслуженную Нобелевскую премию он получил в 1946 году, вскоре после того как поступил на работу в Университет Индианы. Именно ради встречи с ним я и приехал в Индиану. Герман Дж. Меллер, который начал научную карьеру под руководством Моргана, лучше кого бы то ни было представлял себе развитие генетики в первой половине XX века, поэтому я был просто очарован его лекциями в первом семестре. Однако его работа с плодовыми мушками (*Drosophila*) принадлежала скорее к прошлому, чем к будущему. Я недолго раздумывал над тем, стоит ли браться за такие исследования под его руководством, и в результате остановился на фагах Лурии, поскольку фаги размножаются гораздо быстрее дрозофил и поэтому они еще интереснее в качестве объекта для исследования. Результаты скрещивания фагов, проведенного сегодня, можно анализировать уже завтра.

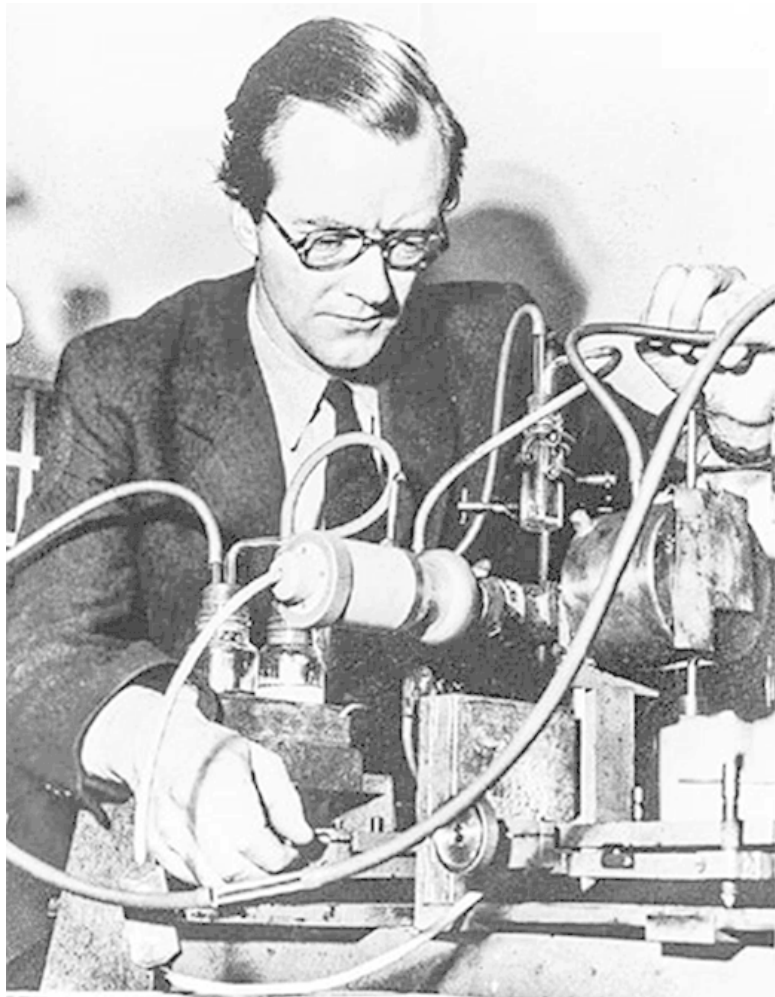
Предлагая мне тему для диссертации, Лурия посоветовал следовать «по его стопам» и изучить, как фаговые частицы гибнут под действием рентгеновских лучей. Изначально я предполагал, что причиной смерти вирусов окажется повреждение ДНК. В итоге пришлось нехотя признать, что

мой экспериментальный подход, увы, не дал однозначных результатов на химическом уровне. Я мог делать лишь биологические выводы. Хотя фаги, в сущности, состояли только из нуклеиновой кислоты и капсида, я понял, что более глубокие ответы на возникающие вопросы, которых доискивалась группа «Фейдж», можно получить лишь на уровне изучения сложных химических процессов. Каким-то образом ДНК должна была превзойти свой тогдашний «аббревиатурный» статус и открыться нам как молекулярная структура во всех химических подробностях.

Закончив работу над диссертацией, я не видел иной альтернативы, кроме как отправиться в лабораторию, где мог бы изучать химизм молекулы ДНК. К сожалению, в «чистой» химии я почти не разбирался. Я просто не справился бы с работой в любой лаборатории, где ставились сложные эксперименты по органической или физической химии. Так что осенью 1950 года на докторантскую стипендию я отправился в Копенгаген в лабораторию к биохимику Герману Калькару, который изучал синтез мелких белковых молекул, из которых состоит ДНК, но я быстро понял, что его биохимические методы никогда не помогут нам понять сущность гена. Каждый день, проведенный в его лаборатории, был, по сути, простым на пути к ответу, как ДНК переносит генетическую информацию.

Тем не менее год, проведенный в Копенгагене, оказался плодотворным. Чтобы не зябнуть там холодной датской вес-

ной, в апреле и мае я отправился на зоологическую станцию в Неаполь. Когда шла последняя неделя моей жизни в Неаполе, я побывал на небольшой конференции, посвященной дифракции рентгеновских лучей – методу, позволяющему определять объемную структуру молекул на основе рассеяния рентгеновских лучей кристаллами (или молекулами жидкостей и газов), при котором из начального пучка лучей возникают вторичные отклоненные пучки той же длины волны, появившиеся в результате взаимодействия первичных рентгеновских лучей с электронами изучаемого вещества. Дифракция рентгеновских лучей позволяет изучить атомную структуру любой молекулы, которую можно кристаллизовать. Кристалл бомбардируется рентгеновскими лучами, они отражаются от атомов и рассеиваются. По величине угла рассеивания можно судить о структуре молекулы, но без базовых знаний о самой изучаемой молекуле одного этого метода было недостаточно, чтобы составить целостное представление об изучаемой структуре. Требуется дополнительная информация, так сказать, «детализация фазы», позволяющая судить о волновых свойствах молекулы. Решить проблему детализации было нелегко – в те годы лишь самые отчаянные ученые были готовы подступить к ее решению, поскольку основные успехи дифракционного метода были достигнуты только на материале относительно простых молекул.



Морис Уилкинс в Кингс-Колледже, Лондон

Я почти ничего не ожидал от этой конференции. Думал, что представление о трехмерной структуре белка или, если уж на то пошло, молекулы ДНК удастся получить не ранее, чем через десятилетие. Первые фотографии ДНК при рентгеновском излучении были удручающими. Стало ясно, что ДНК – особенно крепкий орешек, секреты которого вряд ли удастся открыть таким методом. Результаты казались предсказуемыми, поскольку было ожидаемо, что конкретные последовательности нуклеотидов в ДНК отличаются от молекулы к молекуле. Из-за этого поверхностная конфигурация разных молекул ДНК должна была различаться, что по понятным причинам не позволяло бы длинным и тонким цепочкам ДНК укладываться бок о бок ровным слоем и образовывать правильные узоры, необходимые для успешного анализа методом рентгеновской дифракции.

С учетом вышеперечисленных обстоятельств заключительное выступление о ДНК, сделанное тридцатичетырехлетним англичанином по имени Морис Уилкинс с биологического факультета Кингс-Колледжа в Лондоне, стало для меня удивительно приятным сюрпризом. Уилкинс был физиком, во время войны работал в Манхэттенском проекте. Для него, как и для многих других ученых – участников этой программы, факт атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, по сути, кульминация их работы, привел к полному краху иллюзий. Морис Уилкинс подумывал вообще бро-

сдать науку и стать живописцем в Париже, но заинтересовался биологией. Он также читал книгу Шрёдингера и попробовал прозондировать ДНК при помощи методов рентгеновской дифракции.

Пока я продолжал брать то один, то другой ложный след, дома, в Америке, величайший в мире химик Лайнус Полинг, работавший в Калифорнийском технологическом институте, объявил о большом триумфе: он обнаружил, в какой именно последовательности располагаются цепочки аминокислот (так называемые полипептиды) в белках. Эту структуру он назвал α -спираль (альфа-спираль). Никого не удивляло, что такой прорыв совершил именно Полинг: ведь среди ученых он был звездой первой величины. Его книга *«Природа химических связей»* фактически заложила основы современной химии, а для химиков тех времен была настоящей библией. Полинг рос вундеркиндом: когда ему было девять, его отец-аптекарь писал в газету *Oregonian* («Орегонец»), какие публикации были бы интересны его начитанному сыну, отмечая, что тот уже прочел Библию и книгу *«О происхождении видов»* Дарвина. Однако отец Полинга рано умер, оставив семью в бедственном положении, поэтому весьма примечательно, что перспективный юноша смог вообще получить образование.

Вернувшись в Копенгаген, я прочел об α -спирали, открытой Полингом. К моему удивлению, его модель оказалась не дедуктивной экстраполяцией на основе экспериментов

с рентгеновской дифракцией. Напротив, Полинг наработал большой опыт в сфере анализа химических структур и, опираясь на этот опыт, попытался описать, какую форму должна иметь спиралевидная укладка полипептидной цепи с учетом базовых химических характеристик молекулы. Полинг по-разному складывал масштабные модели различных частей белковой молекулы, прорабатывая вероятные трехмерные варианты расположения. Как только он сократил проблему до трехмерного пазла – получилось просто и одновременно блестяще.

Теперь оставалось выяснить, насколько α -спираль реалистична – при том что в красоте ей было не отказать. Ответ я нашел уже через неделю. Англичанин Лоуренс Брэгг, изобретатель рентгеновской кристаллографии и лауреат Нобелевской премии по физике 1915 года, приехал в Копенгаген и с воодушевлением сообщил, что его младший коллега, химик австрийского происхождения Макс Перуц, хитроумно используя синтетические полипептиды, смог подтвердить, что предложенная Полингом форма в виде α -спирали действительно реальна. Для сотрудников Брэгга из Кавендишской лаборатории это был триумф с нотками горечи, поскольку годом ранее они, образно выражаясь, «не попали в цель», опубликовав статью, в которой описывали возможные варианты спиралевидной свертки полипептидных цепей.



Лоуренс Брэгг (слева) рядом с Лайнусом Полингом, который держит модель α -спирали

К тому моменту Сальвадор Лурия уже предварительно

договорился, чтобы мне выделили вакансию исследователя в Кавендишской лаборатории. Она находится в Кембридже и является самой знаменитой лабораторией во всей истории науки. Именно здесь Эрнест Резерфорд впервые описал строение атома. Теперь здесь хозяйничал Брэгг, а мне предстояло поступить в обучение к английскому химику Джону Кендрию, который пытался построить трехмерную структуру белка миоглобина. Сальвадор Лурия посоветовал мне как можно скорее появиться в Кавендишской лаборатории. Кендрию был в США, поэтому принять меня в лаборатории должен был Перуц. Ранее Кендрию и Перуц совместно организовали в Кембридже «Лабораторию молекулярной биологии» по изучению структуры биологических систем.

Когда через месяц мы встретились с Перуцем в Кембридже, он заверил меня, что я быстро и без труда смогу освоить теоретический минимум по методам рентгеновской дифракции и легко впишусь в коллектив, уже работающий в этом направлении. К моему облегчению, он не стал отмечать мое биологическое образование, равно как и Лоуренс Брэгг, который наведася к нам из своего кабинета, чтобы на меня посмотреть.

Когда я в начале октября вернулся в Кембриджскую лабораторию молекулярной биологии, мне было двадцать три года. Оказалось, что кабинет биохимии мы будем занимать вместе с бывшим физиком Френсисом Криком, которому было тридцать пять. В войну он занимался разработкой маг-

нитных мин для Военно-морского флота. По окончании войны Крик планировал продолжить исследования в области оборонных исследований, но, прочитав книгу Шрёдингера «*Что такое жизнь?*», сосредоточился на биологии. Теперь он работал в Кавендишской обсерватории и готовил диссертацию, посвященную трехмерной структуре белковых молекул.

Крик при решении проблемы всегда пытался изучить все до тонкостей. В детстве он доводил родителей до изнурения бесконечными вопросами, и они купили ему детскую энциклопедию, надеясь таким образом удовлетворить его любопытство. Но ему от этого стало лишь тревожнее: как-то раз он поделился со своей мамой опасениями, что, пока он вырастет, все уже будет открыто и ему не останется никакой работы в науке. Мама заверила его (и, как оказалось, не ошиблась), что пара интересных открытий на его долю обязательно выпадет.



Френсис Крик с кавендишской рентгеновской трубкой

Крик был словоохотлив и неизменно становился душой любой компании. Его раскатистый смех то и дело сотрясал коридоры Кавендишской лаборатории. Будучи штатным теоретиком в Лаборатории молекулярной биологии, он обычно выдавал блестящую идею не реже раза в месяц и любил подробно объяснять свою свежую идею всем, кто был готов его слушать. В то утро, когда мы познакомились, он просто просиял, узнав, что я приехал в Кембридж с намерением как следует изучить кристаллографию и взяться за изучение структуры ДНК. Вскоре я поинтересовался у Крика, как он смотрит на то, чтобы попытаться воспроизвести эту структуру в духе полинговского моделирования. Придется ли еще много лет заниматься дифракцией, пока эти эксперименты перейдут из теоретической плоскости в практическую? Чтобы мы поскорее набрали темп изучения структуры ДНК, Крик подключил к делу Мориса Уилкинса, с которым дружил еще с военных лет. Он пригласил Уилкинса заглянуть к нам из Лондона на воскресный ланч. Тогда мы и смогли узнать, каких успехов Уилкинс добился уже после лекции в Неаполе.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.