

ЭМИ УЗББ, ЭНДРЮ ГЕССЕЛЬ

# МАШИНА ТВОРЕНИЯ

новые организмы, редактирование генома  
и лабораторные гамбургеры

*Перевод с английского*



АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Москва  
2024

УДК 60  
ББК 28у  
У43

Переводчик ОЛЬГА КОРЧЕВСКАЯ  
Научный редактор СЕРГЕЙ КИСЕЛЕВ, д-р биол. наук  
Редактор ВИКТОРИЯ САГАЛОВА

Уэбб Э.

У43 Машина творения: Новые организмы, редактирование генома и лабораторные гамбургеры / Эми Уэбб, Эндрю Гессель ; Пер. с англ. — М. : Альпина нон-фикшн, 2024. — 470 с.

ISBN 978-5-00139-648-2

Синтетическая биология преобразит наше понимание семейных связей, время нашего старения, то, чем мы лечимся, где живем и что едим. В этой бурно развивающейся области, задействующей компьютеры для исправления и изменения генетического кода, уже разработаны революционные решения — от мРНК-вакцин и диагностики врожденных заболеваний у эмбрионов до выращенного в лаборатории мяса, которое на вкус почти неотличимо от настоящего. Она дает нам шанс справиться с глобальными угрозами: изменением климата, нехваткой еды и энергетическим кризисом.

Но она же и несет в себе серьезные риски. Допустимо ли выпускать в дикую природу генетически модифицированные организмы? Должны ли существовать ограничения на усовершенствование человеческого тела? Какие кибербиологические опасности нам грозят? Может ли грядущая война с использованием специально сконструированных бактерий и вирусов привести к массовому вымиранию?

Эми Уэбб и Эндрю Гессель захватывают описывают настоящее и будущее синтетической биологии, помогая нам задуматься о моральных дилеммах, связанных с целенаправленным конструированием жизни, и о грандиозных перспективах, которые оно перед нами открывает.

УДК 60  
ББК 28У

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в интернете и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу [mylib@alpina.ru](mailto:mylib@alpina.ru)

*Данное издание опубликовано по соглашению с PublicAffairs,  
издательством Perseus Books, LLC, дочерней компанией  
Hachette Book Group Inc, Нью-Йорк, Нью-Йорк, США.*

*Все права защищены*

© Amy Webb and Andrew Hessel, 2022

© ООО «Альпина нон-фикшн», 2024

ISBN 978-5-00139-648-2 (рус.)  
ISBN 978-1541797918 (англ.)

*Кайе, мудрой и светлой. И Стиву, который меня  
перезагрузил.*

Э. У.

*Хани, Ро и Даксу — за уроки жизни.*

Э. Г.



## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

Должна ли жизнь быть делом случая? ..... 9

### ЧАСТЬ ПЕРВАЯ | НАЧАЛО

Скажем «нет» плохим генам  
*Возникновение машины творения* ..... 25

Забег до стартовой линии ..... 48

Кирпичики жизни ..... 72

Бог, Чёрч и (почти) шерстистый мамонт ..... 100

### ЧАСТЬ ВТОРАЯ | НАШЕ ВРЕМЯ

Биоэкономика ..... 131

Эпоха биологии ..... 159

Девять рисков ..... 200

История о «золотом рисе» ..... 251

### ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ | ВАРИАНТЫ БУДУЩЕГО

Что, если?.. В поисках вероятных ответов ..... 279

Сценарий первый  
*Создание ребенка с Wellspring* ..... 288

Сценарий второй  
*Что произошло, когда мы отменили старение* ..... 296

<b>Сценарий третий</b>	
<i>«Где поесть» — 2037</i> .....	308
<b>Сценарий четвертый</b>	
<i>Подземелье</i> .....	319
<b>Сценарий пятый</b>	
<i>Докладная записка</i> .....	334

#### **ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ | ПЕРСПЕКТИВЫ**

<b>Новое начало</b> .....	345
<b>ЭПИЛОГ</b> .....	387
<b>БЛАГОДАРНОСТИ</b> .....	389
<b>ПРИМЕЧАНИЯ И ПОЯСНЕНИЯ</b> .....	395
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	439
<b>ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	461
<b>ОБ АВТОРАХ</b> .....	467

## Должна ли жизнь быть делом случая?

**Эми.** В первый раз я почувствовала эту резкую боль в животе на важной встрече с клиентами. За столом сидели топ-менеджеры международной IT-компании. Новый приступ боли случился, когда мы разрабатывали для них долгосрочную корпоративную стратегию. Поручив коллеге вести за меня совещание, я бросилась в туалет. Дыхание перехватило. Я физически не могла сделать вдох. Опустившись на унитаз, я наконец позволила себе разрыдаться — беззвучно, чтобы никто не услышал.

Пошел третий месяц беременности, и на следующую неделю было назначено ультразвуковое исследование. Я уже придумывала малышу имя: Зев, если родится мальчик, и Саша — если девочка. Вытирая кровь с ног и с пола, я искала ответы, но получалось лишь злиться и корить себя. Все это по моей вине. Наверное, я сделала что-то не так.

Во время третьего приступа я уже знала, что последует дальше: кровопотеря, унижительный поход в аптеку за самыми

толстыми прокладками, а затем глубокая депрессия, бессонница и масса вопросов, на которые нет ответа. Мы с мужем консультировались у лучших репродуктологов Манхэттена и Вашингтона, прошли все предложенные исследования: анализы крови на гормоны, оценки резерва моих яйцеклеток, обследование, нет ли у меня доброкачественных образований или кист, которыми могли бы быть вызваны проблемы. Все это давало основанные на высоких технологиях предположения, но не ответы.

Мы не оставляли попыток, и в следующую беременность мне удалось преодолеть четырехмесячный рубеж, так что мы наконец разрешили себе обрадоваться. На 18-й неделе, когда уже стал заметен живот, мы явились к гинекологу на плановый осмотр. Я легла на кушетку, медсестра выдавила прохладный гель и распределила его по животу. Затем, постучав по клавиатуре, приблизила зернистое, в основном черное, изображение. После чего, извинившись, пробормотала что-то о возрасте оборудования, вышла из смотрового кабинета и вернулась с другим аппаратом уже в сопровождении врача. Вновь выдавила и размазала гель, щелчком укрупнила изображение, посмотрела на доктора и перевела растерянный взгляд на меня.

Точно не помню, что они говорили, помню только, как доктор взял мою руку и как плакал мой муж. Мне сделали операцию по извлечению эмбриональной ткани. В итоге сообщили, что с медицинской точки зрения у нас с мужем все в порядке. Нам обоим едва перевалило за тридцать, оба были здоровы и не бесплодны. По-видимому, проблема заключалась в моей неспособности сохранить беременность.

У одной из шести женщин в течение жизни случается выкидыш — без единой на то причины. Чаще всего дело в хромосомной аномалии: в процессе деления клеток эмбриона что-то идет не по плану — и это никак не связано ни с состоянием здоровья, ни с возрастом родителей. Мне сказали, что я не виновата. Просто мой организм отказывался пойти навстречу<sup>1</sup>.



\* \* \*

**Эндрю.** В десять лет я твердо решил, что детей у меня не будет. Мы жили на ферме в пригороде Монреаля. Родители с трудом выносили друг друга и, как следствие, нас — меня, брата и сестру. Мы были погодками: брат на год младше меня, сестра — на год старше. Когда родители сообщили о разводе, я не расстроился, только подумал, что маме было бы лучше уйти в монастырь. Но она стала матерью-одиночкой, ночами работала медсестрой, а днем, пока мы были в школе, отсыпалась.

Ей повезло: мы росли самостоятельными и толковыми. Я частенько убегал в библиотеку, ставшую мне вторым домом, и подолгу пропадал между стеллажами. Домой приходил с охапками книг, в 10 вечера провожал ее на работу, а сам присматривал за братом и сестрой, читал им, иногда до самого рассвета и маминого возвращения. Разные истории из жизни обычных семей меня не трогали. Сочувствия к их героям я не испытывал. Гораздо ближе мне были надежная логика технарей, чудеса биологии и образы из научно-фантастических романов. Когда брат с сестрой засыпали, я продолжал читать и размышлять о жизни: откуда появились гигантские и микроскопические существа, как они эволюционировали, что с ними станет в будущем?

К восемнадцати годам мне захотелось изучать основы жизни — генетику, клеточную биологию, микробиологию, однако заводить собственных детей я не собирался. В то время я писал программы и проектировал базы данных, мыслил в понятиях генетических и машинных кодов и для исследований у меня впереди была целая жизнь. Секс — это прекрасно, но никаких детей. У мужчин в распоряжении были лишь механические — не медицинские — способы контрацепции, которые вряд ли относились к числу надежных. Гарантированным решением проблемы была вазэктомия, с просьбой о которой

я и обратился к врачу. Сначала он возражал, ведь в 18-летнем возрасте, едва переступив порог совершеннолетия, я определенно был не в том положении, чтобы идти на столь радикальную меру. Но я возразил, что вазэктомия обратима и что, будь у меня сомнения, я бы воспользовался услугами банка спермы. Моя решимость помогла получить от него согласие и направление к урологу, однако в итоге на то, чтобы «перекрыть краны», у меня ушло шесть лет. Большинство специалистов упрекали меня в безрассудстве и незрелости. А я настаивал на том, что просто стараюсь проявить ответственность. При этом гарантий, что когда-нибудь я смогу иметь детей, не было.

Тридцать лет спустя на конференции я познакомился с одной прекрасной женщиной, которая с неподдельным интересом и удовольствием слушала мои рассказы о клетках и долгие разглагольствования о ДНК как программном обеспечении. Как-то утром, лежа рядом с ней в ее манхэттенской квартире, я с ужасом ощутил нестерпимое новое чувство: я хочу детей! Я хочу создать с этой женщиной семью! Мне давно уже было за сорок, так что свои перспективы с медицинской и биологической точек зрения я прекрасно понимал.

Когда мы решили зачать ребенка, то знали, что нам предстоит. В день обратной вазэктомии меня доставили на каталке в операционную, и я лежал, уставившись в потолок. Ритмично мерцали светильники, с каждой вспышкой я мысленно возвращался к словам врача насчет того, как внезапно могут поменяться жизненные планы. Семьявыносящие протоки, соединяющие тестикулы и уретру и обеспечивающие вывод спермы наружу, не были пережаты или перевязаны — это упрощало операцию. Хирург их полностью перерезал и прижег, чтобы не допустить утечки внутри организма. Для восстановления проходимости требовалась филигранная микрохирургия под общим наркозом.

18 месяцев мы тщетно надеялись, что жена забеременеет. Я прекрасно понимал, в чем дело... и сознавал, что теперь прак-

тически не способен изменить ситуацию. Операция прошла успешно, но система слишком долго не работала. Анатомически у меня все было в порядке. Просто мой организм отказывался пойти навстречу.

\* \* \*

Сегодня ученые переписывают правила нашей реальности. Страдания, через которые нам обоим довелось пройти на пути к родительству, в ближайшие десятилетия могут стать аномалией. Новое научное направление обещает пролить свет на то, как зарождается жизнь и как ее можно воссоздавать при самых разнообразных устремлениях: чтобы мы имели возможность лечить людей без лекарственных препаратов, получать мясо, не забивая животных, и создавать семьи, когда подводит природа. У этого направления, получившего название «синтетическая биология», единственная цель: обеспечить доступ к клеткам ради написания нового — и, возможно, лучшего — биологического кода.

В XX столетии в центре внимания биологов был демонтаж, например, тканей, клеток, белков, ради того чтобы понять, как они функционируют. В нынешнем веке новое поколение ученых, напротив, занимается сборкой новых материалов из предоставленных жизнью строительных блоков. При этом в зарождающейся области знаний — синтетической биологии — многим уже удалось достичь успехов. Инженеры проектируют для биологии новые компьютерные системы, а недавно созданные компании продают принтеры, способные превращать компьютерный код в живые организмы. Архитекторы Всемирной паутины используют ДНК в качестве жестких дисков. Ученые создают системы «орган на чипе»: представьте себе полупрозрачную костяшку домино с вмонтированными в нее наноразмерными челове-

ческими органами, которые живут и растут вне тела человека. Совместными усилиями биологи, инженеры, программисты и многие другие специалисты изобрели машину творения — комплексную систему, включающую людей, научные лаборатории, вычислительные устройства, государственные структуры и предприятия, которые создают новые интерпретации жизни и новые ее формы.

Машина творения служит двигателем великой трансформации человечества, которая уже началась. Пройдет совсем немного времени, и жизнь больше не будет делом случая, а станет результатом замысла, отбора и выбора. Машина творения будет решать, как нам осуществлять зачатие детей и какое определение дать семье, как распознавать болезни и бороться со старением, где строить дома и как питаться. Она сыграет важнейшую роль в ликвидации последствий изменения климата и в конечном счете в нашем выживании как вида в долгосрочной перспективе.

\* \* \*

Машина творения включает в себя множество различных биотехнологий, все они созданы для редактирования и перепроектирования жизни. Целый ряд новых биологических технологий и методов, относящихся так или иначе к синтетической биологии, позволит нам не просто читать и редактировать код ДНК, но и *писать* его. А значит, вскоре мы научимся программировать живые биологические структуры, как если бы они были крошечными компьютерами.

При помощи одной из таких технологий, CRISPR-Cas9<sup>2</sup>, с начала 2010-х гг. стало возможным редактирование кода ДНК. Этот метод, который ученые называют молекулярными ножницами и в котором используются биологические процессы, чтобы

вырезать и вставлять генетическую информацию, регулярно попадает в заголовки новостей о революционных медицинских вмешательствах, например о редактировании генов слепых людей с целью помочь им обрести зрение. Ученые используют физические молекулярные ножницы CRISPR и сращивают молекулу ДНК, выступающую как своего рода биологическое письмо, в котором буквы переставлены на новые места. Проблема заключается в том, что у исследователей нет возможности непосредственно наблюдать за тем, какие изменения вносятся в молекулу, с которой они взаимодействуют. Каждый шаг требует лабораторных манипуляций, их также необходимо подтвердить опытным путем, и в итоге вся эта работа становится весьма опосредованной, трудоемкой и отнимающей много времени. Синтетическая биология переводит процесс манипуляций в цифровую среду. Последовательности ДНК загружаются в программный инструмент (представьте себе текстовый редактор для кода ДНК), что позволяет вносить правки так же легко, как при работе в текстовом процессоре. После того как ДНК написана или отредактирована и результат удовлетворил исследователя, на устройстве, напоминающем 3D-принтер, распечатывается с нуля новая молекула ДНК. Технология синтеза ДНК (преобразование цифрового генетического кода в молекулярную ДНК) непрерывно совершенствуется. С помощью современных технологий без проблем осуществляется печать цепочек ДНК длиной в несколько тысяч пар оснований, которые можно скомпоновать, чтобы создать новые метаболические пути для клетки или даже полный геном клетки. Теперь мы можем программировать биологические системы подобно тому, как программируют компьютеры.

В результате в последнее время наблюдается стремительный рост в той сфере синтетической биологии, где создаются высокоэффективные приложения, включающие биоматериалы, топливо и специальные химические вещества, лекарства, вакцины и даже

сконструированные клетки, которые функционируют как микроскопические роботы. Развитию синтетической биологии способствует искусственный интеллект (ИИ): чем активнее набирает силу ИИ, тем больше биологических приложений можно протестировать и реализовать. Средства программного проектирования становятся мощнее, потенциал печати и сборки ДНК постоянно расширяется, и специалисты получают возможность работать над все более сложными биологическими творениями. Хорошим примером тому служит факт, что геном любого вируса в скором времени можно будет написать с нуля. Такая перспектива кому-то покажется пугающей, если учесть, что на момент написания этой книги коронавирус SARS-CoV-2, вызывающий болезнь COVID-19, стал в мире причиной смерти более 4,2 млн человек<sup>3</sup>.

Остановить распространение вируса SARS-CoV-2, как и его предшественников SARS, H1N1, Эбола и ВИЧ, чрезвычайно сложно именно потому, что они представляют собой лишь микроскопический код. Размножаться или воспроизводиться без носителя они не способны. Вирус можно представить в виде USB-накопителя, который вставляют в компьютер: он прикрепляется к клетке и загружает новый код. И, как бы странно это ни прозвучало в разгар глобальной пандемии, вирусы могут дать нам надежду на лучшее будущее.

Вообразите себе магазин приложений синтетической биологии, где в любую клетку, микроб, растение или животное можно загрузить и добавить новые возможности. В 2019 г. британские ученые впервые целиком и полностью синтезировали и запрограммировали геном кишечной палочки<sup>4</sup>. На очереди синтез геномов многоклеточных организмов с миллиардами спаренных оснований — растений, животных и нашего собственного генома. В один прекрасный день мы получим технологический фундамент для лечения любого генетического заболевания человека и в процессе движения к этому спровоцируем «кембрий-

ский взрыв» — вызовом появление множества сконструированных растений и животных для применения их в целях, которые сегодня сложно представить, но которые позволят решить глобальные проблемы: как накормить, одеть, обеспечить жильем и окружить заботой миллиарды людей. В недалеком будущем жизнь станет программируемой, и синтетическая биология дает смелое обещание улучшить бытие человека. Наша цель в этой книге — помочь читателю осмыслить возникающие на горизонте проблемы и открывающиеся возможности. В ближайшие десять лет перед нами встанет необходимость принимать важные решения: стоит ли программировать новые вирусы для борьбы с болезнями, что будет представлять собой генетическая конфиденциальность, кто будет «владельцем» живых организмов, каким образом компании должны получать доходы от сконструированных клеток и как содержать синтетический организм в лаборатории. А также: какой выбор вы сделаете, если сможете перепрограммировать собственное тело? Сильно ли будете мучиться, определяя, редактировать ли — и как именно — ваших будущих детей? Согласитесь ли употреблять в пищу генно-модифицированные продукты, если это смягчит проблему изменения климата? Мы поднаторели в использовании природных ресурсов и химических процессов для сохранения собственного биологического вида. Теперь у нас есть шанс написать новый код, основанный на той же архитектуре, которая является общей для всего живого на нашей планете. Перспективы синтетической биологии — это будущее, построенное на самой мощной, жизнеспособной производственной площадке, которую когда-либо имело человечество. Мы находимся в шаге от нового феерического витка промышленной эволюции.

Наши сегодняшние разговоры об искусственном интеллекте — лишенный оснований страх и оптимизм, неуместный подъем эмоций по поводу рыночного потенциала, заведомо некомпетентные заявления представителей власти — станут

отражением разговоров, которые в скором времени мы будем вести о синтетической биологии, научном направлении, получающем все больше инвестиций по причине нового коронавируса и, как результат, уже ускоряющем процесс открытий в области вакцин на основе мРНК, домашнего диагностического тестирования и больших библиотек новых противовирусных препаратов. Настал момент перевести дискурс на уровень общественного осознания ситуации. Мы не можем позволить себе роскошь дальнейшего выжидания.

Эта книга рисует простые и очевидные перспективы: развивая наше мышление и стратегии в области синтетической биологии, мы быстрее найдем решение безотлагательных и долгосрочных экзистенциальных проблем, связанных с изменением климата, глобальной продовольственной нестабильностью и продолжительностью жизни человека. А значит, к борьбе со следующей вспышкой вирусной инфекции мы сможем подготовиться с помощью вируса, который разработаем и отправим на поле боя. Если мы промедлим, может случиться так, что дальнейшая судьба синтетической биологии будет определяться в борьбе за интеллектуальную собственность, национальную безопасность, в затяжных судебных процессах и торговых войнах, а следующий угрожающий жизни вирус создадут не в помощь человечеству, а для того, чтобы нанести ему непоправимый вред.

Код нашего будущего пишется сегодня. Распознавание этого кода и расшифровка его значения — с этого начнется новая история происхождения человечества.

\* \* \*

Эта книга о жизни. О том, как она, жизнь, зарождается, кодируется и какие инструменты в ближайшем времени позволят нам влиять на свой генетический жребий. А также о праве



принимать решения о жизни, сформулированные для нового поколения в научных, этических, моральных и религиозных терминах. Кого мы, сотворив мощные системы, наделим полномочиями программировать жизнь, создавать новые ее формы и даже возвращать прежнюю жизнь после исчезновения носителей ее с лица земли? Ответы на эти вопросы заставят человечество урегулировать экономические, геополитические и социальные противоречия.

- Те, в чьих руках будет управление жизнью, смогут контролировать запасы продовольствия, лекарств и сырья, необходимого для выживания.
- Наше будущее здоровье и благополучие будут определяться, по крайней мере частично, компаниями, которые инвестируют в генетический код и изменяющие его процессы и контролируют законные права на них.
- Редактирование генома и синтез ДНК — краеугольные технологии синтетической биологии, и мировой рынок этих инструментов стремительно растет. Вместе с тем назревают разногласия по поводу того, делать ли эти инструменты и наши необработанные генетические данные общедоступными или же хранить их в закрытых базах данных и выдавать разрешение тому, кто может позволить себе доступ к ним.
- Венчурные инвестиции в стартапы невозможно вернуть только за счет теоретических исследований, поэтому от них часто требуют разработки пользующейся спросом продукции в разумные сроки. Если компании, финансируемые на частные средства, могут свободно заниматься инновационной деятельностью, то финансируемые государством биотехнологические исследования, как правило, продвигаются медленно, в соответствии с традиционной практикой.

В отсутствие неотложной задачи, такой как победа в космической гонке или создание эффективной вакцины против COVID-19, государственными грантами поощряют за глубокие профессиональные знания и консерватизм, а не за скорость, новаторство и прогрессивные методы работы.

Огромной властью над нашим будущим обладают люди, которые занимаются законотворчеством и политикой, устанавливают правила, обеспечивают их соблюдение и принимают правовые акты. Вместе с тем не существует пока единой точки зрения на то, какие условия считать приемлемыми, чтобы у человека возникло право манипулировать жизнью людей, животных или растений.

Нет и единого мнения относительно того, каким образом принимать решения, выгодные для нас в планетарном масштабе. В США начали разрабатывать совершенно новые, никогда ранее не существовавшие формы жизни — некоторые уже преобразованы из компьютерного кода в живую ткань.

Председатель КНР Си Цзиньпин провозгласил, что Китай «должен энергично развивать науку и технологии, стремиться занять место ведущего мирового научного центра и стать передовой страной», уделив особое внимание редактированию жизни<sup>5</sup>. Стратегический план Китая включает создание всеобъемлющей геномной базы данных и предусматривает крайне сжатые сроки для развертывания серийного производства сконструированных живых систем. Китай стремится продвигаться по цепочке создания стоимости от «мастерской мира» до глобального лидера современных отраслей промышленности, к которым относятся как биотехнологии, так и смежная область — искусственный интеллект<sup>6</sup>.

США и Китай взаимосвязаны и экономически зависят друг от друга, однако стремление Китая стать сверхдержавой, заняв главенствующее место в развитии технологий, науки и экономики, послужило причиной длительного усиления

напряженности между двумя странами. Необходим скоординированный, подлежащий выполнению план, потому что нынешняя геополитическая напряженность не отражает прошлых конфликтов.

Способность редактировать и создавать жизнь влечет за собой глубокие социальные изменения, поскольку мы уравниваем доверие общества и скорость биотехнологического прогресса. Потребуется найти баланс между нашим стремлением к конфиденциальности и преимуществами, которые принесут огромные массивы данных, сформированные на основе нашего генетического кода.

Кроме того, необходимо решить, как добиться того, чтобы новейшая технология использовалась на справедливой основе и была общедоступной. Однако раскол неизбежен, потому что не все доверяют науке и не все имеют доступ к новейшим инструментам. Поэтому нужно быть готовыми к решению сложных социальных проблем, например к изысканию способов управления генетическим разделением между особо привилегированными людьми, чья жизнь была усовершенствована, и теми, чей генетический код не подвергался манипуляциям.

Эта книга также касается вас, вашей жизни и решений, которые вам придется принимать на ее протяжении. Мы стоим на пороге радикальных перемен, и вам следует играть активную роль в собственном будущем, принимая обоснованные решения уже сегодня. Вам придется делать выбор, ведущий к определенным последствиям, например решать, секвенировать ли собственный геном и как затем поступать с полученными данными. Или, если вы планируете родить ребенка, заморозить ли свои яйцеклетки, воспользоваться вспомогательными репродуктивными технологиями, например ЭКО, либо использовать генетический скрининг для выбора сильнейшего из своих эмбрионов. Нам, авторам этой книги, такие

решения знакомы не понаслышке. Собственно, они и побудили нас ее написать.

Чтобы понять, к какому будущему может однажды привести машина творения, важно вспомнить прошлое. В первой части этой книги мы поговорим о возникновении синтетической биологии и о том, как ученые расшифровали код жизни и произвели манипуляции с целью создания синтетических организмов, чьими родителями были компьютеры. Во второй части мы расскажем о новой биоэкономике, порожденной машиной творения. Сюда относится бесчисленное множество чудодейственных лекарств, продуктов питания, покрытий, тканей и даже пива и вин разных сортов, которые пытаются производить предприниматели, а также потенциальные биотехнологические решения таких серьезных проблем, как загрязнение океана пластиком, погодные катаклизмы и опасные вирусы, способные повлечь новые пандемии. Мы также рассмотрим риски, сопряженные с синтетической биологией, начиная от кибербиологического хакинга до надвигающейся угрозы упомянутого уже генетического расслоения общества, противопоставляющего богатых «сконструированных» людей тем, кто не сможет позволить себе услуги вспомогательных репродуктивных технологий. В третьей части мы исследуем разные варианты будущего и предлагаем креативные гипотетические сценарии, описывающие способы, которыми машина творения могла бы изменить мир. Наконец, в четвертой части приведены наши рекомендации, как с помощью машины творения обеспечить наилучшее будущее человечества.

Но для начала вам стоит познакомиться с молодым человеком по имени Билл.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

Начало



## Скажем «нет» плохим генам

### *Возникновение машины творения*

Долгие дни стали короче, а ночная прохлада наводила на мысль, что в Даксбери, уютный приморский городок к югу от Бостона, вот-вот придет осень. Восьмиклассник Билл Макбейн был способным учеником с разнообразными увлечениями, среди которых значились фотография, математика и журналистика, но в прочих отношениях ничем не выделялся среди сверстников: в первый день учебного года все заметили, что он, как и все его друзья, сильно вытянулся за лето. Вырос на 10 сантиметров. Но при этом, в отличие от других ребят, похудел. Если его друзья-мальчишки понемногу набирали вес и уже слегка нарастили мышцы, то Билл выглядел хилым — кожа да кости.

Спать он ложился рано, а по утрам просыпался без сил. Начал пить воду в больших количествах, но утолить жажду, видимо, никак не удавалось. Шел 1999 год, и модным аксессуаром

среди школьников внезапно стали походные бутылки для воды фирмы Nalgene, прозрачные и долговечные. Для Билла такая вещь была необходимостью: он наполнял ее на переменах и беспрестанно отхлебывал воду. Однажды, в задумчивости рассматривая шкалу делений на бутылке, обожавший математику Билл сделал подсчеты в уме. Вышло, что в день он выпивал 15 литров, а то и все 20.

В феврале заглянувшая в гости приятельница родителей с беспокойством наблюдала, как Билл то и дело жадно пьет из бутылки. Она работала медсестрой и моментально распознала тревожные симптомы, поэтому незаметно заглянула в туалет. Подозрения подтвердились: сиденье унитаза было липким на ощупь, от него исходил неприятный сладковатый запах. Родителям было тут же настоятельно рекомендовано, чтобы следующим утром Биллу сделали анализ крови.

По дороге в клинику семья заехала на заправку, чтобы быстро перекусить в машине, и Билл заказал сладкий рогалик с корицей и большую бутылку напитка Gatorade. (Факт, что такой набор не показался мальчику слишком приторным, говорит о дезориентации его организма относительно сахара.) Съесть это перед анализом крови на сахар оказалось не лучшей идеей, но тогда Билл просто был не в курсе. В кабинете у врача ему тонкой иглой прокололи палец и выдавили каплю крови на закрепленную в приборчике тест-полоску. Через пару секунд прибор издал звуковой сигнал, а на экране высветилось слово «высокий»: уровень сахара в крови подростка превысил 500 мг/дл (миллиграммов на децилитр). Обычно в крови человека с нормально функционирующей поджелудочной железой содержится от 70 до 99 мг/дл сахара, или чуть меньше одной тысячной грамма на одну десятую литра. Иными словами, присутствие сахара едва заметно, потому что здоровый организм быстро расщепляет его, перерабатывая в энергию, и в крови этого вещества остается совсем немного. Если перед анализом здоровый человек поест,



то в течение нескольких часов — пока пища переваривается — показатели будут выше, но в любом случае не более 140 мг/дл.

Дополнительную порцию крови врач отнес в лабораторию на подробный анализ и, получив результаты, едва не потерял дар речи. Вернувшись в кабинет, он опустился на стул, посмотрел в свою папку, затем на Билла и на его родителей, а затем снова углубился в бумаги. Уровень сахара в крови мальчика был шокирующим — 1380 мг/дл. Показатели натрия, магния и цинка выходили за референсные пределы настолько, что изменился кислотно-щелочной баланс крови. Подросток был на грани диабетической комы, если не хуже: такая кровь способна убить.

Биллу и его родителям пришлось в срочном порядке разбираться в том, что такое диабет I типа и как его лечат. Здоровая поджелудочная железа медленно и безостановочно выделяет инсулин — гормон, необходимый клеткам для выработки энергии. Во время еды эта железа выдает дополнительную, большую порцию инсулина, чтобы метаболизировать потребленный сахар. У Билла поджелудочная железа внезапно перестала вырабатывать инсулин. Диабет I типа, как правило, проявляется в отрочестве, и у Билла обнаружили все классические симптомы этого заболевания: чувство усталости, сильная жажда, липкая, со сладковатым запахом моча, частое мочеиспускание. Стремление постоянно пить представляло собой неловкую попытку организма самоизлечиться — вымыть с большим количеством воды неметаболизированный сахар из крови. При этом рано или поздно Билл столкнулся бы с угрожающей жизни цепной реакцией. Чтобы вырабатывать необходимую для жизни энергию, организм начал бы сжигать жиры, а в результате в кровь стали бы поступать химические вещества под названием «кетонны». Эти продукты с высокой кислотностью накапливались бы в крови мальчика, где они представляли бы собой настоящий яд. При слишком высоком их содержании больному не миновать кетоацидоза — состоя-

ния, также известного как диабетическая кома. В этом случае без лечения быстро наступает смерть.

Встревоженные тем, что каким-то образом они сами способствовали развитию у сына болезни, родители спросили, чем вызвано расстройство. Они заверили врача, что торопливый завтрак, состоящий из рогалика и сладкого напитка, для их семьи редкость, обычно они едят здоровую пищу и уделяют много времени физическим упражнениям. «Дело в плохих генах», — ответил тот и рассказал, что ученые точно не знают, почему организм прекращает реагировать на инсулин и по какой причине у некоторых подростков перестает нормально функционировать поджелудочная железа. И все же повод для оптимизма есть: существует схема лечения, при которой все задачи, которые организм решал автоматически, выполняются вручную. Биллу были назначены инъекции хумулина, синтетического инсулина человека, который обеспечивает короткие всплески во время приема пищи. Медленное же поступление инсулина в течение ночи дадут инъекции хумулина НПХ (нейтрального протамина Хагедорна)<sup>1</sup>.

## ОТКРЫТИЕ ИНСУЛИНА

Клинические симптомы диабета I типа — частое мочеиспускание, спутанность сознания, раздражительность, трудности с концентрацией внимания, а иногда и смерть — впервые были зафиксированы в Египте 3000 лет назад. Самый ранний среди известных методов лечения «обильного мочеиспускания» описан в Египте в 1550 г. до н. э. Больным рекомендовалось принимать «мерный стакан воды из птичьего пруда с ягодами бузины, волокнами папируса, свежим молоком, пивом, цветком огурца и зелеными финиками». Древнеегипетские врачи уже предполагали существование зависимости

между тем, что люди едят, и симптомами, которые мы сегодня связываем с диабетом. Однако лишь еще 1500 лет спустя Аретей, медик из Каппадокии, который знал греческий язык, описал «расплавление плоти и конечностей в мочу». Он назвал это состояние «диабет», что в переводе с греческого означает «проникать сквозь». (В то время подобные открытия делали и другие врачи в Китае и Южной Азии<sup>2</sup>.)

В 1674 г. врач из Оксфордского университета Томас Уиллис начал собственные исследования с помощью процедуры, описание которой довольно отталкивающе. Он заставлял пациентов с симптомами диабета мочиться в стаканчик, а затем (если вы сейчас принимаете пищу, вам, возможно, не стоит дочитывать этот абзац) обнюхивал его и делал глоток. Подобно электронному прибору, оценивающему количество миллиграммов сахара на децилитр в крови Билла, Уиллис проверял повышенную сладость<sup>3</sup>. Но четкого понимания причин диабета не удавалось добиться на протяжении веков. В начале 1900-х гг. некоторые врачи рекомендовали так называемое «лечебное голодание», полагая, что если пациентов лишить сахара в любом виде, то диабет отступит сам собой. Неудивительно, что это лишь усугубило проблему — больные начали гибнуть от голода, а не выздоравливать.

Затем в 1921 г. было сделано эпохальное открытие<sup>4</sup>. На тот момент в медицинском сообществе уже давно существовала (пусть и недоказанная) теория о том, что за регулирование уровня сахара в крови отвечает секрет поджелудочной железы. Канадский врач Фредерик Бантинг и помогавший ему студент Чарльз Бест предположили, что пищеварительные ферменты, возможно, разрушают этот секрет до того, как исследователям удастся его выделить. Ученые рассчитывали перевязать протоки поджелудочной железы и тем самым добиться дегенерации клеток, вырабатывающих ферменты, затем проанализировать то, что останется<sup>5</sup>. К сожалению, ни один из них не учился хирур-

гии, и первые опыты, проводимые на лабораторных собаках, приводили к трагическому итогу: большинство животных гибло. Поэтому Бантинг и Бест стали покупать на черном рынке бродячих псов и, попрактиковавшись, сумели, не убивая животное, удалить у него поджелудочную железу. Ее заморозили, измельчили до кашицеобразного состояния, отфильтровали и ввели полученную жидкость обратно собаке. Каждые 30 минут у этой подопытной брали образцы крови, чтобы отследить изменения уровня сахара. К удивлению исследователей, сахар вернулся к нормальному уровню, несмотря на то что у несчастной дворняги теперь не было поджелудочной железы. Они наблюдали поддающиеся количественной оценке изменения того, что позже получило название «инсулин»<sup>6</sup>. Если с собаками этот метод сработал, мог ли он сработать и с людьми? Мог. Однако поиск здоровой поджелудочной из трупа человека, не говоря уже о регулярном получении тысяч таких желез, чтобы удовлетворить спрос в случае успеха, очевидным образом вызывал затруднения. Поэтому Бантинг и Бест вместе с новой, более многочисленной группой исследователей обратили внимание на крупный рогатый скот. На местном мясокомбинате они заказали партию поджелудочных желез и пропустили их через промышленную мясорубку: вообразите огромную машину, у которой стоит человек в больших перчатках и забрасывает в расположенную сверху воронку железу за железой, а снизу из выпускного отверстия выдавливается в контейнер измельченная ткань.

Они извлекли инсулин, очистили и ввели 14-летнему пареньку, страдавшему, как и Билл, юношеским диабетом. Без вмешательства его ожидала смерть. Состояние подростка резко улучшилось. Проявив великодушие и прозорливость, исследовательская группа предложила фармацевтическим компаниям лицензии, дающие право бесплатно воспроизводить их работу, что послужило толчком к коммерческому производству инсу-