

НЕВИДИМЫЕ ТВОРЦЫ ИСТОРИИ

КАК МИКРОБЫ
РАЗРУШАЛИ
ИМПЕРИИ
И СОЗДАВАЛИ
НОВЫЙ МИР



ДЖОНАТАН КЕННЕДИ

Джонатан Кеннеди Невидимые творцы истории: Как микробы разрушали империи и создавали новый мир

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=74610961

*Невидимые творцы истории: Как микробы разрушали империи и
создавали новый мир:
ISBN 9785006328198*

Аннотация

Кто творит историю? Возможно, правители пишут ее своими указами и реформами или военачальники – военными триумфами? Или важнее всего идеи великих мыслителей, бессмертные шедевры, изобретения и научные открытия? А что, если судьбу цивилизаций определяют живые организмы, настолько маленькие, что человек смог рассмотреть их совсем недавно?

Ученый, специалист по общественному здравоохранению Джонатан Кеннеди предлагает смотреть на историю Homo Sapiens в микроскоп. Опираясь на открытия генетики, археологии, эпидемиологии, экономики и социологии, в своей книге он показывает, как микробы меняли баланс сил на планете. Оспа,

а не конкистадоры, завоевала империи ацтеков и инков. Черная смерть, выкосив половину Европы, похоронила феодализм, а малярия и желтая лихорадка поставили крест на планах Наполеона в Америке.

Если вы готовы взглянуть на известные исторические события под новым углом, прочитайте эту захватывающую книгу.

Содержание

Введение	9
Зазеркалье	9
Древо жизни	13
Борьба за существование	19
Становясь вирусными	23
Рисуя заново древо жизни	27
История, увиденная снизу, а не сверху	33
1. Эпидемии эпохи палеолита	39
Открывая Средиземье заново	39
Конец ознакомительного фрагмента.	40

Джонатан Кеннеди Невидимые творцы истории: Как микробы разрушали империи и создавали новый мир

Знак информационной продукции (Федеральный закон
№ 436–ФЗ от 29.12.2010 г.)



Переводчики: *Анастасия Наумова, Алена Юченкова*

Редактор: *Дмитрий Беломестнов*

Главный редактор: *Сергей Турко*

Руководители проекта: *Анна Василенко, Павел Буранов*

Арт-директор: *Юрий Буга*

Дизайн обложки: *Алина Шевкопляс, Юрий Буга*

Корректоры: *Елена Аксёнова, Татьяна Редькина*

Компьютерная верстка: *Павел Кондратович*

© Jonathan Kennedy 2023

Published by arrangement with David Higham Associates Limited and The Van Lear Agency LLC

© Издание на русском языке, перевод, оформление.
ООО «Альпина Пабlishер», 2027

* * *

Джонатан Кеннеди

НЕВИДИМЫЕ ТВОРЦЫ ИСТОРИИ

КАК МИКРОБЫ
РАЗРУШАЛИ
ИМПЕРИИ
И СОЗДАВАЛИ
НОВЫЙ МИР

Перевод с английского

Все права защищены. Данная электронная книга предназначена исключительно для частного использования в личных (некоммерческих) целях. Электронная книга, ее части, фрагменты и элементы, включая текст, изображения и иное, не подлежат копированию и любому другому использованию без разрешения правообладателя. В частности, запрещено такое использование, в результате которого электронная книга, ее часть, фрагмент или элемент станут доступными ограниченному или неопределенному кругу лиц, в том числе посредством сети интернет, независимо от того, будет предоставляться доступ за плату или безвозмездно.

Копирование, воспроизведение и иное использование электронной книги, ее частей, фрагментов и элементов, выходящее за пределы частного использования в личных (некоммерческих) целях, без согласия правообладателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Посвящается Фарре и Захе

Введение

Эпидемии первобытных времен

*Там, где кончается телескоп, начинается
микроскоп.*
В. ГЮГО

Зазеркалье

Зигмунд Фрейд считал, что в западной науке произошли три великие революции, причем каждая из них нанесла удар по вере людей в свой особый статус – или в то, что он называл нашим «наивным самолюбием»¹. Первая революция началась с Коперника, который открыл, что Земля вовсе не центр Вселенной, а всего лишь одна из планет, вращающихся вокруг Солнца. Единственное, чем нам осталось утешаться после подобного разочарования, – это утверждениями из Книги Бытия о том, что Бог создал человека по своему образу и подобию и дал нам власть над землей, морем и животными – хотя и на окраине космоса. И тут Чарльз Дарвин выяснил, что люди просто еще один вид животных и что у нас есть относительно недавний общий предок с обезьянами.

¹ Фрейд З. Введение в психоанализ. – М.: АСТ, 2022.

Третьей великой научной революцией, по мнению Фрейда, стало его собственное открытие подсознательного. Осознание того, что мы не контролируем даже собственные мыслительные процессы, было, по его мнению, «самым болезненным издевательством» над «человеческой манией величия».

Предположение Фрейда о том, что психоанализ более значим, чем открытия Коперника и Дарвина, кажется немного, что ли, эгоистичным. Но его общая мысль: чем больше люди изучают мир, тем более ничтожными себя осознают – безусловно, глубока. Например, современные телескопы показали нам, что Земля – очень малый камушек, вращающийся вокруг ничем не примечательной звезды в галактике, состоящей по меньшей мере из 100 миллиардов звезд. При этом и галактика наша является всего лишь одной из многих миллиардов существующих во Вселенной. Кроме того, были и другие научные революции, которые еще больше подорвали характерную для нашего вида высокую самооценку. На мой взгляд, важнейшей из них стало открытие мира огромного, как космос, и в то же время населенного такими крохотными созданиями, которых не разглядеть невооруженным глазом: они составляют царства бактерий, вирусов и других микроорганизмов².

² Стивен Джей Гулд предполагает, что еще одним примером научной революции, которая разрушила антропоцентрическое мировоззрение, стало открытие того, что он называет глубоким временем. Книга Бытия утверждает, что Земле всего несколько тысяч лет и люди были доминирующей формой жизни на планете с шестого дня. Если кто-то верит в это, то «почему бы тогда не интерпретиро-

В начале XVII века Галилео Галилей заметил, что, если установить линзы в телескопе в другом порядке, можно увидеть очень маленькие предметы³. Впервые в истории у человечества появилась техническая возможность разглядеть микробы. Но Галилео предпочел сосредоточиться на наблюдении за планетами и звездами на небе, так что лишь 50 лет спустя галантерейщик из Делфта в Нидерландах начал изучать микроскопический мир. Антони ван Левенгук разрабатывал линзы для того, чтобы проверять качество ткани, которую покупал и продавал. Но через некоторое время он обратил пристальное внимание на мир природы. В письмах Лондонскому королевскому обществу Левенгук указывает на то, что всё на свете – от капли воды до зубного налета – населено маленькими существами, которых он называл анималькулями. Он был восхищен: «Никогда раньше я не видел ничего более поразительного»⁴. За всю историю именно открытие Левенгуком микроскопического мира было ближе всего к полету в кроличью нору, путешествию в Зазеркалье и попаданию через шкаф в мир фантастических существ.

вать физическую Вселенную как существующую для нас и благодаря нам?», задает риторический вопрос Гулд. Но, конечно, за последние пару столетий палеонтологи поняли, что миру на самом деле несколько миллиардов лет и люди существуют лишь крошечную часть этого времени. Gould, Stephen Jay, *Full House: The Spread of Excellence from Plato to Darwin*. Harvard University Press, 2011.

³ Фальковски П. Двигатели жизни: Как бактерии сделали наш мир обитаемым. – СПб.: Питер, 2016.

⁴ Ball, Philip, *Curiosity: How Science Became Interested in Everything*. University of Chicago Press, 2013.

Понадобилось более 200 лет, чтобы во второй половине XIX века ученые наконец осознали значимость нового мира, который обнаружил Левенгук. Луи Пастер, французский химик, произвел революцию в понимании природы человеком, продемонстрировав влияние анималькулей на такие процессы, как ферментация винограда, сквашивание молока и гниение мяса. Он доказал, что болезни и инфекции не вызываются богами, черной магией, дисбалансом гуморов⁵, неприятными запахами или неблагоприятным расположением планет. Скорее, человек заболевает, когда крохотные, невидимые патогены, обитающие в окружающей среде, попадают в его организм. Но теперь совершенно ясно, что анималькули являются не только факторами разложения, смерти и болезней. В последние пару десятилетий исследователи начали понимать, как бактерии и вирусы выполняют большой набор функций, которые жизненно важны для того, чтобы все процессы на нашей планете, в нашем теле и даже в нашем разуме шли должным образом. Жизнь человека (да и любая сложная форма жизни) без микробов абсолютно невозможна.

⁵ Гуморальная теория была предложена Гиппократом. Ее суть: в теле человека текут четыре основные жидкости (гуморы): кровь, флегма (слизь), желтая желчь и черная желчь, которые должны находиться в балансе, а избыток одной или нескольких из них вызывает практически все внутренние болезни. – *Прим. ред.*

Древо жизни

Летом 1837 года, сразу же по завершении пятилетнего путешествия на корабле «Бигль», Чарльз Дарвин сделал в блокноте под словами «Я думаю» небольшой набросок. Неприятное изображение чего-то похожего на ветку дерева ясно передает основные черты будущей теории эволюции, происходящей путем естественного отбора: когда популяции одного вида живут в разных условиях, случайная изменчивость в сочетании с естественным отбором по признакам, которые обеспечивают преимущество в каждой конкретной среде обитания, в конечном итоге приводит к появлению отдельных видов. Этот процесс, повторяющийся раз за разом на протяжении сотен миллионов лет, привел к появлению калейдоскопического многообразия форм жизни на нашей планете. Генеалогия всех живых существ, представленная на бумаге, выглядит как огромное дерево.

Если мы проследуем по древу жизни к его основанию, то обнаружим последнего универсального общего предка (LUCA): одноклеточный бактериоподобный организм, отдаленный прародитель всех живых существ, в том числе человека. От этого общего предка все на свете – от синих китов до гигантских секвой и бактерий – унаследовали общие особенности, например генетический код для хранения генетической информации и молекулу АТФ как универсаль-

ный источник энергии. Идущий из исходной точки ствол дерева жизни разделяется на три большие ветви, представляющие собой домены. Два домена составляют невидимые глазу организмы: бактерии и археи – одноклеточные микроорганизмы, похожие на бактерии⁶. К третьей ветви относятся эукариоты, отличающиеся тем, что хранят ДНК в ядре и используют специализированные структуры, митохондрии, для производства энергии. Этот домен объединяет все сложные формы жизни, включая животных, растения и грибы, но все они являются лишь несколькими небольшими веточками огромного дерева жизни. На Земле⁷ насчитывается около 8,7 миллиона видов животных, растений и грибов и около 1 триллиона (то есть 1 миллиона миллионов) видов бактерий и архей⁸. Эукариоты составляют менее 0,001% всех видов на нашей планете.

Американский палеонтолог Стивен Джей Гулд полагает, что «согласно любым возможным, разумным или справедливым критериям бактерии являются – и всегда являлись – доминантной формой жизни на Земле»⁹. Одна из причин этого – то, что бактерии как форма жизни появились очень

⁶ Археи были открыты только в 1977 году. До этого считалось, что древо жизни имеет две основные ветви: бактерии и эукариоты.

⁷ Mora, Camilo, et al., 'How many species are there on Earth and in the ocean?', *PLoS Biology* 9.8 (2011): e1001127.

⁸ Locey, Kenneth, and Jay Lennon, 'Scaling laws predict global microbial diversity', *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113.21 (2016): 5970–75.

⁹ Gould, *Full House*.

давно. Наша планета сформировалась 4,6 миллиарда лет назад. В окаменелостях, образовавшихся примерно миллиард лет спустя, были обнаружены первые следы бактерий. Одноклеточные эукариоты возникли около 1,8 миллиарда лет назад, но понадобилось не менее миллиарда лет для того, чтобы развились самые древние многоклеточные животные, и даже тогда они были крошечными, похожими на червей существами. Люди относительные новички: мы отделились от шимпанзе примерно 6–8 миллионов лет назад¹⁰; свидетельства указывают на то, что вид *Homo sapiens* появился около 300 000 лет назад¹¹. Человеческому разуму трудно вообразить себе такие огромные периоды времени, но если представить 4,6 миллиарда лет как календарный год, то бактерии развились к ранней весне. Люди появляются примерно за полчаса до полуночи 31 декабря¹².

Бактерии существуют везде: в ледниках Антарктиды и на морском дне, где из недр земли выбрасывается кипящая вода. Они живут и в нескольких километрах под землей, и в нескольких километрах над ней, где влияют на образование облаков и, возможно, даже молний¹³. Они настолько много-

¹⁰ Langergraber, Kevin, et al., 'Generation times in wild chimpanzees and gorillas suggest earlier divergence times in great ape and human evolution', *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109.39 (2012): 15716–21.

¹¹ Richter, Daniel, et al., 'The age of the hominin fossils from Jebel Irhoud, Morocco, and the origins of the Middle Stone Age', *Nature* 546.7657 (2017): 293–6.

¹² Йонг Э. Микробы и мы: Друзья, союзники, враги. – М.: АСТ, 2021.

¹³ Joung, Young Soo, Zhifei Ge, and Cullen R. B. Buie, 'Bioaerosol generation by

численны, что, несмотря на их крохотные размеры, общая масса бактерий на планете в 35 раз больше общей массы животных и в тысячу раз больше общей массы людей¹⁴. Но дело не только в том, что бактерии вездесущи: они оказывают очень серьезное влияние на нашу планету.

Примерно 2,5 миллиарда лет назад наш мир почти полностью был погружен в воду, разве что редкие вулканические пики выступали над поверхностью моря¹⁵. Метан в атмосфере создавал парниковый эффект, из-за которого температура на планете была намного выше, чем сегодня. Свободного кислорода в воде и воздухе было мало или не было совсем, весь кислород был заключен в других молекулах. Планету населяли только анаэробные бактерии. Затем с появлением цианобактерий – синезеленых водорослей, которые используют солнечную энергию для осуществления фотосинтеза, – мир начал меняться. Благодаря фотосинтезу цианобактерии смогли гораздо эффективнее производить энергию, что дало им огромное эволюционное преимущество. Их популяция быстро росла. В течение нескольких сотен миллионов лет они выделяли в океаны и атмосферу значительное количество кислорода – побочного продукта фотосинтеза.

raindrops on soil', *Nature Communications* 8.1 (2017): 1–10.

¹⁴ Bar-On, Yinon M., Rob Phillips, and Ron Milo, 'The biomass distribution on Earth', *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115.25 (2018): 6506–11.

¹⁵ Dartnell, Lewis, *Origins: How the Earth Shaped Human History*. Random House, 2019.

Кислородная революция изменила нашу планету¹⁶. Часть кислорода, производимого цианобактериями, реагирует в воздухе с метаном и образует углекислый газ, гораздо менее эффективный для создания парникового эффекта. По мере того как планета охлаждалась, ледяные щиты разрастались и проникали в тропики. Уровень моря снизился, из-под воды показалась суша. Эукариотические организмы обнаруживаются в окаменелостях, образовавшихся вскоре после того, как кислород стал основным элементом атмосферы. И это не совпадение. Все растения и животные производят энергию в процессе аэробного дыхания, которое в 20 раз эффективнее анаэробного и поэтому гораздо лучше подходит для обеспечения потребностей большого многоклеточного организма¹⁷.

Микробы продолжают играть решающую роль в сохранении атмосферы, в которой возможно существование сложных живых организмов. Цианобактерии в океанах по-прежнему выделяют кислород в атмосферу. В целом фитопланктон – фотосинтезирующие микроорганизмы в море – вы-

¹⁶ Warke, Matthew R., et al., "The great oxidation event preceded a paleoproterozoic "snowball Earth" ", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117.24 (2020): 13314–20.

¹⁷ Повышение содержания в атмосфере кислорода и резкое падение температуры привели к первому массовому вымиранию видов на планете. Кислород токсичен для анаэробных бактерий, поэтому самые распространенные на протяжении более миллиарда лет формы жизни были вытеснены на периферию земли. Сегодня анаэробные бактерии выживают в условиях, которые люди считают неблагоприятными, – в экстремальной природной среде.

деляет не менее половины всего кислорода, производящегося живыми организмами¹⁸. Бактерии выполняют и другие важнейшие функции. Они превращают углерод, азот, серу и фосфор в питательные вещества, которые затем используют животные, растения и грибы. Когда эти организмы умирают, они в процессе разложения возвращают эти компоненты в экосистему. Не будет преувеличением сказать, что бактерии сделали планету пригодной для сложных живых организмов, включая людей. Это мир бактерий, а мы тут всего лишь сквоттеры.

¹⁸ Field, Christopher, et al., 'Primary production of the biosphere: Integrating terrestrial and oceanic components', *Science* 281.5374 (1998): 237–240.

Борьба за существование

Дарвин создал теорию эволюции, происходящей путем естественного отбора, не на пустом месте. Из его записей мы знаем, что в сентябре 1838 года, всего через год после наброска древа жизни, он прочитал книгу Томаса Роберта Мальтуса «Опыт закона о народонаселении» (1798). Дарвина поразило утверждение о том, что население при отсутствии контроля увеличивается гораздо быстрее, чем растет способность человечества производить пищу, что приводит к «борьбе за существование». Согласно представлению Дарвина о мире природы, постоянные конфликты из-за ограниченных ресурсов являются двигателем эволюционных изменений, так как те особи и виды, которым удалось выжить и размножиться, придут на смену тем, кто этого не делает. Примерно в то же время Дарвин изучал труд Адама Смита «Богатство наций» (1776), и эволюционная модель по сути является «применением экономической теории Адама Смита к природной среде»: она предполагает существование невидимой руки естественного отбора¹⁹.

¹⁹ Gould, Stephen Jay, *The Structure of Evolutionary Theory*. Harvard University Press, 2002. Позже Ричард Докинз в своей книге «Эгоистичный ген» (1976) применил дарвиновские идеи для разработки сосредоточенной на изучении генов теории эволюции, происходящей путем естественного отбора. Он предположил, что наши тела не что иное, как «механизмы для выживания», которые несут в себе гены, стремящиеся перейти к будущим поколениям. Влияние политической

Однако фундаментальное предположение дарвинистов о том, что природа, выражаясь словами лорда Альфреда Теннисона, «жестока и беспощадна», вызывает сомнение у современных биологов. Линн Маргулис, молодой ученый из Бостонского университета, в 1960-х годах занялась не разгаданной на тот момент загадкой микробиологии: каково происхождение эукариотических клеток, основных строительных элементов сложных живых организмов. Эти клетки больше одноклеточных бактерий и архей и отличаются от них тем, что содержат специализированные структуры: ядро, в котором хранится большая часть клеточной ДНК; митохондрии для производства энергии с помощью аэробного дыхания; в растениях и водорослях есть хлоропласты для фотосинтеза.

Маргулис предположила, что митохондрии возникли как свободноживущие бактерии, способные производить энергию из кислорода²⁰. Эукариотические клетки, по утверждению биолога, появились так: аэробная бактерия поглощалась другим, более крупным одноклеточным организмом, скорее всего археей. Два таких организма начинали сосуществовать внутри одной мембраны, и аэробные бактерии производи-

экономии Мальтуса и Смита очевидно в тезисе Докинза о том, что удивительная изменчивость и сложность, которые мы наблюдаем в мире природы, – непреднамеренное следствие этой конкуренции между «эгоистичными генами».

²⁰ Lazcano, Antonio, and Juli Peretó, 'On the origin of mitosing cells: A historical appraisal of Lynn Margulis endosymbiotic theory', *Journal of Theoretical Biology* 434 (2017): 80–87.

ли энергию в обмен на топливо. За сотни миллионов лет они развились в эукариотические клетки. Благодаря наличию производящих энергию митохондрий клетки увеличились в размерах и превратились в более сложные организмы.

Теория Маргулис на фундаментальном уровне противоречит основному дарвинистскому представлению об эволюции. Если эволюцию на основе естественного отбора можно условно назвать теорией капитализма Смита, примененной к флоре и фауне, тогда то, что стало известно как теория эндосимбиоза, отсылает нас к коммунистической утопии Маркса: «от каждого микроба по способности, каждому – по потребностям». Идея Маргулис противоположна представлению о том, что выживают самые приспособленные: как она утверждала, развитию организмов помогало их сотрудничество друг с другом. Сначала коллеги-ученые отреагировали на теорию Маргулис безразлично и скептически. Она направила статью с изложением своей теории в 15 научных журналов, прежде чем нашелся один, который решил ее опубликовать. Но, как продемонстрировали к 1980-м годам новые методы исследований, митохондриальная ДНК значительно отличается от ДНК клеточного ядра, что подтверждает теорию Маргулис. Также выяснилось, что хлоропласты появились в ходе аналогичного процесса и зародились как свободноживущие цианобактерии²¹.

²¹ Margulis, Lynn, *Lynn Margulis: The Life and Legacy of a Scientific Rebel*. Chelsea Green Publishing, 2012.

Открытие Маргулис не опровергло теорию эволюции, происходящей путем естественного отбора. Оно продемонстрировало, что важными аспектами эволюции *одновременно* являются соперничество и сотрудничество. Это в корне изменило представление ученых об истории сложных живых организмов. Первым и самым важным эволюционным шагом было не соперничество внутри видов, а тесное сотрудничество различных доменов. Все сложные организмы, когда-либо существовавшие на Земле, – животные, растения, грибы, – потомки симбиотического союза археи и по меньшей мере одной бактерии. Сотрудничество может изменять природу – и изменяет ее.

В последние годы выяснилось, что взаимодействие между вирусами и сложными живыми организмами также сыграло центральную роль в эволюции человека. Оказывается, некоторые из важнейших функций тела появились в результате вирусных инфекций сотни миллионов лет назад.

Становясь вирусными

В древо жизни, как правило, не включаются вирусы, потому что эта группа имеет двойственный статус, находясь между мирами живого и неживого. В отличие от бактерий, архей и эукариотов они не состоят из клеток – основных элементов живых организмов, способных генерировать энергию и размножаться. Вирусы состоят из генетического материала (в форме ДНК или родственной ей молекулы РНК), покрытого белковой оболочкой. Сами по себе они являются неактивной материей. Но когда им удастся проникнуть в клетку живого существа, то есть заразить ее, они начинают использовать ее механизмы для воспроизводства своих копий и вторжения в организм. Этот процесс часто смертельно опасен для хозяина.

Вирусы очень маленькие даже по сравнению с микробами. Они могут быть в сотни раз меньше, чем среднестатистическая бактерия. Вирусы настолько малы, что они не оставили следа в археологической летописи. Их происхождение остается неясным. Они могли появиться до одноклеточных организмов, вскоре после них или даже произойти от них. В любом случае на протяжении большей части, если не всего, периода существования жизни на Земле (а он составляет 3,5 миллиарда лет) вирусы были способны заражать живые организмы. Вирусы присутствуют абсолютно везде, где

есть живые существа, и по количеству намного превосходят все формы жизни на Земле – даже бактерии. В литре морской воды содержится более 100 миллиардов вирусных частиц, а в килограмме высушенной почвы – около триллиона²². Считается, что общее количество существующих на Земле вирусов – 10^{31} , то есть единица с 31 нулем²³. Но известно только о 220 типах вирусов, способных заражать человека²⁴. Большинство вирусов представляют собой бактериофаги, или фаги (от греческого φῆγω – «пожираю»). Фаги ежедневно убивают от 20 до 40% всех бактерий, что поддерживает баланс в различных экосистемах, от океанов до нашего собственного организма, гарантируя, что ни один штамм бактерий не может стать слишком многочисленным²⁵.

Ретровирусы – особый тип вирусов, которые размножаются, встраивая свою ДНК в геном клетки-хозяина. Но когда ретровирус заражает сперматозоид или яйцеклетку, происходит нечто удивительное: вирусная ДНК передается каждой клетке в каждом последующем поколении. Целых 8% гено-

²² 'Viruses have big impacts on ecology and evolution as well as human health', *Economist*, 20 August 2020.

²³ Mushegian, A. R., 'Are there 1031 virus particles on earth, or more, or fewer?', *Journal of Bacteriology* 202.9 (2020): e00052–20.

²⁴ Woolhouse, Mark, et al., 'Human viruses: Discovery and emergence', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 367.1604 (2012): 2864–71.

²⁵ Suttle, Curtis A., 'Marine viruses – major players in the global ecosystem', *Nature Reviews Microbiology* 5.10 (2007): 801–12.

ма человека состоит из таких генов²⁶. Многие из этих последовательностей ДНК, по-видимому, ничего не делают в организме человека, но благодаря ретровирусным инфекциям наши далекие предки смогли осуществлять фундаментальные функции, необходимые для человеческого существования. Одним из ярких примеров подобного может служить ген, полученный около 400 миллионов лет назад при инфицировании ретровирусом. Этот ген играет важнейшую роль в формировании памяти. Ген делает это, кодируя крошечные белковые пузырьки, которые помогают перемещать информацию между нейронами, подобно тому как вирусы переносят свою генетическую информацию от одной клетки к другой²⁷. Если в лабораторных условиях у мыши удалить этот ген, она будет не способна запоминать информацию.

Еще одним весьма впечатляющим примером функции, которую предки человека приобрели в результате заражения ретровирусами, является способность к деторождению. Когда животные только появились, они производили потомство откладывая яйца, и большинство животных продолжают размножаться таким способом. Затем, в период от 100 до 200 миллионов лет назад, у существа, похожего на землеройку, появилась способность вынашивать своих детенышей в

²⁶ Horie, Masayuki, et al., 'Endogenous non-retroviral RNA virus elements in mammalian genomes', *Nature* 463.7277 (2010): 84–7.

²⁷ Pastuzyn, Elissa D., et al., 'The neuronal gene arc encodes a repurposed retrotransposon gag protein that mediates intercellular RNA transfer', *Cell* 172.1–2 (2018): 275–88.

собственном теле – выдающееся эволюционное преимущество, потому что для плода гораздо безопаснее расти внутри тела своей матери. Это возможно исключительно благодаря плаценте – временному органу, который прикрепляется к матке и позволяет питательным веществам и кислороду переходить от матери к плоду, а углекислому газу и отходам – перемещаться в обратном направлении, не вызывая разрушительной реакции со стороны иммунной системы матери. Нигде в человеческом организме нет такого механизма взаимодействия, как между плацентой и маткой. Когда генетики изучили ген, обеспечивающий это взаимодействие, они поняли, что он почти идентичен тем, которые используют ретровирусы для производства белков, прикрепляющихся к заражаемым клеткам, и при этом не вызывают иммунного ответа²⁸. Ученые пришли к выводу о том, что важнейшая функция плаценты не возникла постепенно, в результате эволюции, происходившей путем естественного отбора, а была приобретена, когда ретровирус встроил свою ДНК в геном нашего предка. Таким образом, если бы один из наших далеких прародителей не заразился этим крошечным вирусом сотни миллионов лет назад, люди появлялись бы из яиц.

²⁸ Mi, Sha, et al., 'Syncytin is a captive retroviral envelope protein involved in human placental morphogenesis', *Nature* 403.6771 (2000): 785–9. Chuong, Edward B., 'The placenta goes viral: Retroviruses control gene expression in pregnancy', *PLoS Biology* 16.10 (2018): e3000028.

Рисуя заново древо жизни

Люди развивались на планете, которая уже была населена огромным количеством бактерий и вирусов. Они смогли выжить и размножиться только благодаря совершенствованию способности защищаться от потенциально опасных микробов. На протяжении истории такое множество людей погибло от инфекционных заболеваний, что их можно считать одной из важнейших сил, влияющих на эволюцию человека. Согласно оценкам, с момента отделения нашего вида от шимпанзе именно вирусы стали причиной 30% всех генетических мутаций в тех наших клетках, что взаимодействуют с ними²⁹. «Черная смерть», вызванная чумной бактерией *Yersinia pestis*, уничтожила до 60% населения, а многие из выживших уцелели потому, что у них были определенные гены, которые усиливали их иммунный ответ³⁰. В странах Африки к югу от Сахары малярия убила так много людей, что она является «самой мощной из известных сил эволюционного отбора в новейшей истории генома человека»³¹. Поэтому

²⁹ Enard, David, et al., 'Viruses are a dominant driver of protein adaptation in mammals', *Elife* 5 (2016): e12469.

³⁰ Benedictow, Ole Jørgen, *The Black Death, 1346–1353: The Complete History*. Boydell & Brewer, 2004. Klunk, Jennifer, et al., 'Evolution of immune genes is associated with the Black Death', *Nature* (2022): 1–8.

³¹ Kwiatkowski, Dominic, 'How malaria has affected the human genome and what human genetics can teach us about malaria', *The American Journal of Human Genetics*

му, вероятнее всего, не самые сильные или умные представители нашего вида смогли прожить достаточно долго, чтобы передать свою ДНК следующему поколению; скорее, это были люди, обладавшие наиболее эффективной иммунной системой, которая могла справиться с атаками инфекционных заболеваний, или те, у кого были мутации, делающие их клетки неприступными для микробов. Многие из этих мутаций не только придавали устойчивость к патогенам, но и отрицательно влияли на деятельность клеток. Это говорит о том, что люди боролись за существование с микробами, а не с альфа-самцами и высшими хищниками.

Наши тела изобилуют микроскопическими формами жизни. В каждом из нас обитает около 40 триллионов бактерий – то есть их немного больше, чем клеток в человеческом организме³². А сколько в нас вирусов? По крайней мере в 10 раз больше. В целом микробиом человека – все микроорганизмы, живущие в нашем теле, – весит примерно столько же, сколько и мозг, то есть от 1 до 2 кг³³. Подавляющее большинство этих бактерий и вирусов не вызывают у нас болезней. Многие из них в течение миллионов лет развивались вместе с нашими предками, формируя тесные и взаимозависимые

77.2 (2005): 171–192.

³² Gilbert, Jack A., et al., 'Current understanding of the human microbiome', *Nature Medicine* 24.4 (2018): 392–400.

³³ Liang, Shan, Xiaoli Wu, and Feng Jin, 'Gut-brain psychology: Rethinking psychology from the microbiota-gut-brain axis', *Frontiers in Integrative Neuroscience* 12 (2018): 33.

отношения друг с другом. Другими словами, люди передали микробам некоторые важные функции своего организма. Ведь бактерии гораздо быстрее приспосабливаются к новым ситуациям. В наших клетках содержится от 20 000 до 25 000 генов, а в микробиоме – примерно в 500 раз больше³⁴. Наличие огромного числа генов и тот факт, что бактерии размножаются намного быстрее, чем более сложные формы жизни, и могут переносить гены «горизонтально» от одного вида к другому, позволяет бактериям развиваться гораздо быстрее людей. Сотрудничество между микробами и человеком наиболее очевидно в кишечнике, где имеется обильный запас белков, жиров и углеводов, которыми могут питаться бактерии, и, в свою очередь, они помогают в таких важных процессах, как переваривание пищи и производство витаминов и минеральных веществ. Вирусы также поддерживают наше здоровье, особенно фаги, убивающие вредные бактерии в нашем организме.

В последнее время появляется все больше доказательств того, что микробиом кишечника оказывает значительное влияние на мозг человека. Конечно, мы уже давно ощущали эту взаимосвязь. Различные идиомы в английском языке связывают мозг и живот: выражая отношение к чему-либо, можно говорить о внутреннем чувстве или инстинкте; о бабочках, судорогах или комке в животе; можно столкнуться с ситуацией, выворачивающей наизнанку, или «переже-

³⁴ Yong, *I Contain Multitudes*.

вывать» проблему, будто жвачку. Как отмечалось в редакционной статье в журнале *Nature*, «всего 10 лет назад идея о том, что микроорганизмы в кишечнике человека могут влиять на мозг, часто отвергалась как безумная... Но это больше не так». В исследовании, которое побудило авторов написать эту статью, были проанализированы бактерии, найденные в фекалиях более 2000 бельгийцев³⁵. Из 500 с лишним обнаруженных штаммов бактерий свыше 90% были способны производить нейротрансмиттеры, например дофамин и серотонин, которые играют ведущую роль в регулировании настроения человека. Поскольку такая способность встречается исключительно у бактерий, населяющих организмы животных, вероятнее всего, эти микроорганизмы эволюционировали в течение миллионов лет, создавая химические мессенджеры, позволяющие им контактировать со своими хозяевами и влиять на них. Если посмотреть с эволюционной точки зрения – возможно, бактерии производят химические элементы, улучшающие наше настроение, чтобы мы становились общительнее, давая им возможность колонизировать других хозяев.

Исследователи сравнили микробиом добровольцев с диагностированной депрессией и без такого диагноза и обнаружили два типа бактерий – *Coprococcus* и *Dialister*, которые встречались в кишечнике здоровых участников эксперимен-

³⁵ Valles-Colomer, Mireia, et al., 'The neuroactive potential of the human gut microbiota in quality of life and depression', *Nature Microbiology* 4.4 (2019): 623–32.

та и отсутствовали у страдавших депрессией. Обе эти бактерии производят вещества, обладающие антидепрессивными свойствами. Конечно, этот факт не является абсолютным доказательством связи между микробиомом кишечника и мышлением человека, но в качестве отправной точки вполне подойдет – особенно если учесть большое количество исследований связи между мозгом и бактериями кишечника, проведенных на стерильных мышах и крысах³⁶. Таким образом, появляется надежда на то, что фекальная микробиотная трансплантация от людей со здоровым микробиомом когда-нибудь станет более эффективным методом лечения депрессии, чем «Прозак» или психотерапия.

Результаты этих исследований ошеломляют. Мы не только развились из бактерий и получили жизненно важные сегменты нашего генома от вирусов. Теперь ясно, что наше те-

³⁶ Стерильные грызуны рождаются с помощью асептического кесарева сечения, а затем содержатся в стерильной среде до конца своей жизни. Исследования показывают, что они не способны распознавать других мышей и демонстрируют поведение, схожее с человеческой тревогой и депрессией. Можно восстановить более нормальное поведение, вводя в их кишечник определенные штаммы бактерий. В другом исследовании было показано, что стерильные мыши, колонизированные бактериями, взятыми из кишечника другой линии мышей, перенимают некоторые черты личности донора. Пугливые от природы мыши становятся более общительными, и наоборот. Микробиом даже, по-видимому, влияет на структуру мозга. Миндалевидное тело – область мозга, которая играет решающую роль в реагировании на страх и тревогу, выглядит иначе у животных, не содержащих микробов. Luczynski, Pauline, et al., 'Growing up in a bubble: Using germ-free animals to assess the influence of the gut microbiota on brain and behavior', *International Journal of Neuropsychopharmacology* 19.8 (2016): 1–17.

ло и даже наш мозг могут существовать привычным образом только благодаря значительному влиянию микробов, которые развивались рядом с нашими предками и внутри них. Открытие того факта, что микроскопические бактерии кишечника могут незаметно, но весьма существенно влиять на наши чувства и поведение, означает: люди не вполне могут контролировать даже то, что происходит в их головах. Но если бактерии и вирусы составляют фундаментальную часть нашего индивидуального естества, то какую роль они играют на коллективном уровне? Или, другими словами, как микробы повлияли на эволюцию человеческого общества и политику? Какую роль они сыграли в истории?

История, увиденная снизу, а не сверху

Следовавшие одно за другим достижения естественных наук показали, насколько незначительным и слабым элементом глобального мироустройства является наш вид. И все же люди довольно-таки медленно реагируют на эти научные открытия. Большинство из нас до сих пор придерживается антропоцентрического мировоззрения. Мы все еще считаем человека царем природы, хотя все доказательства говорят об обратном. Наша планета по-прежнему воспринимается нами как нечто большее, чем сцена, на которой люди разыгрывают свои роли. Это проявляется в том, как большинство людей понимают историю.

Движущей силой истории традиционно считались харизматичные, смелые, дальновидные индивидуумы – почти всегда мужчины. Как писал в середине XIX века шотландский историк и философ Томас Карлейль, «история мира – это биография великих людей»³⁷. Эту теорию критиковали за то, что она способствовала продвижению к власти тоталитарных диктаторов, таких как Гитлер, поэтому с середины XX века она не в моде у профессиональных историков. Несмотря на это, многим героям Карлейля продолжают поклоняться: буквально – Иисусу, Мухаммеду, почти буквально – Мар-

³⁷ Carlyle, Thomas, *On Heroes, Hero-worship, and the Heroic in History*. University of California Press, 1993.

тину Лютеру и фигурально – национальным героям, таким как Александр Великий³⁸, Вашингтон, Наполеон и Карл Великий, «основатель Европы». XX век дал нам новый список «великих людей» – чаще злодеев: Ленин, Сталин, Черчилль, Рузвельт, Мао, де Голль и так далее. Среди этих современных героев встречаются даже женщины, например Эва Перон или Маргарет Тэтчер. В книгах исторического раздела вашей местной библиотеки и исторических документальных фильмах, которые покажут по телевидению в ближайшие дни, несомненно, будет присутствовать этот список персонажей³⁹.

Главная альтернатива истории «великих людей» – то, что французский историк Люсьен Февр в начале 1930-х годов называл «*histoire vue d'en bas et non d'en haut*», или «историей, увиденной снизу, а не сверху»⁴⁰. Она ориентирована на

³⁸ И Греция, и Северная Македония считают Александра Македонского своим национальным героем. Вопрос в том, был ли он истинным греком или славянином – и, следовательно, достоин ли он почитания в Северной Македонии, – является предметом острого спора между двумя странами.

³⁹ Влиятельные мужчины и женщины – не все из них великие – продолжают доминировать в национальной и международной политике. Например, за последние несколько лет Ангела Меркель, Дональд Трамп, Борис Джонсон, Владимир Путин, Нарендра Моди и Си Цзиньпин оставили в ней свой след. Мысль о том, что отдельные лидеры могут изменить мир, по-прежнему оказывает заметное влияние на наши надежды и страхи, связанные с будущим, поэтому многие из нас голосуют, молятся или протестуют, чтобы к власти пришли новые герои, которые избавят нас от наших проблем.

⁴⁰ Febvre, Lucien, 'Albert Mathiez: Un tempérament, une éducation', *Annales d'histoire économique et sociale* 4.18 (1932): 573–6.

массы обыкновенных мужчин и женщин, часто – борющихся против эксплуатации и угнетения. Согласно этой исторической концепции, именно кумулятивное воздействие их борьбы является движущей силой прогрессивных социальных, политических и экономических преобразований. «Становление английского рабочего класса» Э. П. Томпсона (1963) и «Народная история Соединенных Штатов» Говарда Зинна (1980) – классические примеры книг в жанре «истории, увиденной снизу, а не сверху». Такая историческая концепция гораздо шире, поскольку не ставит целью прославление нескольких героических личностей, – но все же она фокусируется на людях как на движущей силе истории.

В этой книге изложено альтернативное представление о мире, которое учитывает суть научных достижений, изложенную в настоящей главе. Имеется в виду не только общее положение Фрейда о том, что люди занимают в мире гораздо менее значимое место, чем мы привыкли думать, но и представление о том, что микробы играют намного более важную роль в жизни человека, чем мы думали всего несколько лет назад. В медицине понятие «патогенез» означает происхождение и развитие (γένεσις, или genesis) заболевания (πάθος, или pathos); при изучении патогенеза особое внимание уделяется тому, каким способом патогены заражают наши клетки и как заражение влияет на наш организм. Далее мы выясним, как вирусы, бактерии и другие микроорганизмы влияют на совокупность следующих объектов: политической систе-

мы, экономической системы и социума. Это история человеческого рода, начиная с далекого прошлого. Мы будем говорить не о том, как тысячи или миллионы «маленьких» людей вместе работали над изменением мира, – мы изучим роль, которую миллиарды или триллионы микроскопических вирусов и бактерий невольно сыграли в истории человечества.

Спустя почти пять десятилетий после публикации «Эпидемии и народы» Уильяма Макнилла (1976) остаются самой читаемой и важной книгой о влиянии эпидемий на общество, политику и экономику. Но за прошедшие годы многое изменилось, поэтому необходимо взглянуть на эту тему по-новому. В 1970-е годы о пандемиях было известно в основном по свидетельствам переживших их людей. Эта информация дает бесценное представление о прошлом, но она была в лучшем случае спорадической и могла сильно изменяться под влиянием недавней истории и в результате воздействия со стороны образованных обществ. В предисловии к книге Макнилл признал, что «для создания истории инфекций человека не хватает точной информации». В исторических записях было так много пробелов, что автор книги «Эпидемии и народы» использовал не только факты, но и свое воображение, чтобы его повествование выглядело связным и убедительным. В 2017 году американский политолог и антрополог Джеймс С. Скотт посетовал на недостаток информации: «Эпидемические заболевания, я считаю, являются "самой громкой" паузой в археологической летописи нео-

лита»⁴¹.

Примерно в то же время, когда была написана книга «Эпидемии и народы», археологи и антропологи пытались проанализировать древние скелеты в поисках признаков инфекционных заболеваний. К сожалению, они смогли сделать лишь весьма поверхностные выводы, потому что большинство патогенов не оставляют никаких видимых следов на костях. Во многих случаях единственным способом узнать что-то о состоянии здоровья человека оставалось измерение его роста. Как казалось в то время, нам известно абсолютно все о взаимодействии инфекционных заболеваний и истории человечества. Но за последние несколько лет достижения в области анализа ДНК произвели революцию в нашем понимании природы патогенов и осмыслении прошлого. Древние скелеты начали открывать абсолютно потрясающие секреты – и таких секретов много. Эта книга сводит воедино результаты новаторских исследований, большая часть которых была опубликована в платных научных журналах и не особенно известна вне академического сообщества. Мы рассмотрим эти исследования в контексте других дисциплин, таких как археология, история, антропология, экономика и социология.

Вспышки инфекционных заболеваний унесли миллионы жизней и уничтожили целые цивилизации, но вызываемое

⁴¹ Скотт Дж. Против зерна: Глубинная история древнейших государств. – М.: Дело, 2022.

ими опустошение создавало возможности для возникновения и развития новых обществ и идей. Таким образом, патогены были главными двигателями многих наиболее важных социальных, политических и экономических преобразований в истории: переход от планеты, населенной множеством видов людей, к планете, на которой безраздельно воцарился *Homo sapiens*; замены кочевого общества охотников-собирателей обществом оседлых земледельцев; гибели великих империй древности; превращения небольших сект в Палестине и Хиджазе в мировые религиозные конфессии – христианство и ислам; перехода от феодализма к капитализму; разорения, вызванного европейским колониализмом; сельскохозяйственной и промышленной революций; создания современного государства всеобщего благосостояния. Я надеюсь, к концу повествования изменить ваше мнение об истории и роли нашего вида в ней, убедив вас в том, что современный мир был сформирован микроорганизмами в той же степени, что и женщинами и мужчинами.

1. Эпидемии эпохи палеолита

*История не имеет никакого смысла без
предыстории, а предыстория не имеет смысла без
биологии.*

Э. О. УИЛСОН

Открывая Средиземье заново

Идея о мире, населенном многочисленными видами человека и человекоподобных, знакома читателям литературы в жанре фэнтези. Возьмем, к примеру, Братство, сопровождающее Фродо Бэггинса в его путешествии, цель которого – уничтожить Кольцо всевластия в огне Роковой горы. Арагорн и Боромир – люди, этот термин используется для обозначения как мужчин, так и женщин. Фродо, Сэм, Мерри и Пиппин – хоббиты, близкие к людям, но примерно в два раза ниже ростом и с большими мохнатыми ногами. Еще есть Леголас – стройный эльф с остроконечными ушами, который видит и слышит гораздо лучше, чем человек. А Гимли принадлежит к числу невысоких, коренастых гномов; этот воинственный народ живет в горах Средиземья.

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.