

Адам Кучарски

# ЗАКОНЫ ЭПИДЕМИЙ

КАК РАЗВИВАЮТСЯ И ПОЧЕМУ ПРЕКРАЩАЮТСЯ  
ЭПИДЕМИИ БОЛЕЗНЕЙ, ФИНАНСОВЫЕ КРИЗИСЫ,  
ВСПЫШКИ НАСИЛИЯ И МОДНЫЕ ТРЕНДЫ



Адам Кучарски

**Законы эпидемий. Как  
развиваются и почему  
прекращаются эпидемии болезней,  
финансовые кризисы, вспышки  
насилия и модные тренды**

Издательство «Синдбад»

2020

## **Кучарски А.**

Законы эпидемий. Как развиваются и почему прекращаются эпидемии болезней, финансовые кризисы, вспышки насилия и модные тренды / А. Кучарски — Издательство «Синдбад», 2020

ISBN 978-5-00131-358-8

Почему финансовые пузыри растут столь стремительно? Почему так эффективны компании по дезинформации? Почему так трудно остановить вспышки насилия? Чем объяснить заразность одиночества? Что делает контент вирусным? Оказывается, распространение практически всего – от заразных болезней до модных трендов и инновационных идей – подчиняется одним и тем же законам. Именно о них просто, доходчиво, аргументированно и чрезвычайно увлекательно рассказывает в этой книге математик и эпидемиолог Адам Кучарски, которого газета «Гардиан» назвала «голосом разума» посреди коронавирусного безумия».

ISBN 978-5-00131-358-8

© Кучарски А., 2020  
© Издательство «Синдбад», 2020

# Содержание

Предисловие	6
1	12
Конец ознакомительного фрагмента.	27

# Адам Кучарски

## Законы эпидемий

*Посвящается Эмили*

Adam Kucharski  
THE RULES OF CONTAGION  
Why Things Spread – and Why They Stop

Copyright © Adam Kucharski, 2020

Published in the Russian language by arrangement with *Profile Books* and *Andrew Nurnberg*

*Literary Agency*

Russian Edition Copyright © Sindbad Publishers Ltd., 2021

*Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая фирма «Корпус Права»*

© Издание на русском языке, перевод на русский язык. Издательство «Синдбад», 2021.

## Предисловие

В день выхода этой книги в Великобритании мои мысли были заняты совсем другим. После просмотра утренних новостей о *COVID-19* я пытался понять, не допустили ли мы какую-то серьезную ошибку в своем анализе вспышки. Дело было 13 февраля 2020 года, и Китай только что сообщил о более чем 15 000 новых заболевших – на 750 % больше, чем в предыдущий день. Неделей ранее наша исследовательская группа опубликовала некоторые результаты анализа данных о заражениях внутри Китая, а также среди людей, пересекавших границы. Эти результаты показывали, что контрольные меры, введенные в Ухане в конце января, привели к замедлению распространения инфекции и что вспышка в городе почти достигла пика. На наши предварительные выкладки обратил внимание ряд СМИ, и в следующие дни казалось, что мы не ошиблись в расчетах. Складывалось впечатление, что после нескольких недель роста число случаев заражения, наконец, начало снижаться.

Но 13 февраля произошел резкий скачок. После того как мы почти месяц днями и ночами мучительно извлекали ценную информацию из разрозненных источников, возник вопрос: не упустили ли мы что-то крайне важное? Оказалось, что видимый всплеск заболеваемости в Китае был связан с тем, что органы здравоохранения изменили подход к подсчету зараженных и начали включать в статистику людей с менее выраженными симптомами. Проанализировав эти данные, мы пришли к выводу, что факты все еще позволяют говорить об общем снижении уровня передачи инфекции. Но это мнение разделяли не все. Группа исследователей из Японии подсчитала, что эпидемия в Китае должна достичь пика приблизительно между концом марта и концом мая, когда за один день будет выявлено до 2,3 миллиона новых случаев заражения.

Теперь, по прошествии времени, спад заболеваемости *COVID-19* в Ухане не вызывает сомнений, как и последующие спады в других городах. Но тогда ситуация не казалась столь очевидной; исследователи по всему миру пытались анализировать первые, зачастую противоречивые закономерности вспышки, наблюдаемые в Азии. Начиная с середины января наша группа регулярно обсуждала происходящее с учеными и представителями медицинских учреждений со всего региона, от материкового Китая и Японии до Гонконга и Сингапура. Мы сообщали друг другу, что знаем и чего не знаем, причем последнего почти всегда оказывалось больше.

Один из главных вопросов заключался в том, насколько трудно будет взять под контроль новый вирус. В начале февраля я увидел предварительные данные, указывавшие на то, что многие люди с *COVID-19* начинают распространять инфекцию еще до появления у них явных симптомов. Это означало, что к тому времени, когда человек заболел и проходил тестирование, он уже успевал заразить других. Они, в свою очередь, тоже становились заразными и продолжали цикл незаметного заражения. Именно эту особенность нам меньше всего хотелось видеть в новом вирусе: из-за нее несколько случаев заболевания легко могли превратиться в серьезную вспышку. Ту неделю я провел в Мельбурне, куда ездил в командировку. Помню, я гулял по оживленному центру города и пытался представить себе последствия распространения вируса: как улицы вокруг меня пустеют, словно на фотографиях из Уханя. 2020 год начался для меня с медового месяца на Галапагосских островах, где повсюду висели таблички, призывавшие людей не подходить к животным ближе чем на два метра. В следующие недели я наблюдал, как привычка, приобретенная мною в отпуске, становится повседневной реальностью во всем мире.

Кроме выяснения того, как быстро распространяется *COVID-19*, нам предстояло разобраться, насколько он опасен. К 11 февраля в Китае было зарегистрировано почти 45 000 подтвержденных случаев заболевания и немногим более 1000 летальных исходов. На первый взгляд это могло означать, что примерно один из 45 случаев заканчивается смертью пациента; но здесь существовало две проблемы. Первая заключалась в том, что для точных подсчетов

требовалось время – ведь пациенты умирали далеко не сразу. Если в какой-то из дней в больницу поступила сотня человек с *COVID-19* и все они в настоящее время живы, это не значит, что риск летального исхода для них отсутствует: нужно подождать и выяснить, что в итоге с ними произойдет. Первые сведения о китайских пациентах, для которых это «время ожидания» вышло, указывали на то, что летальными становятся 15 % случаев. Это подводит нас ко второй проблеме: в Китае были выявлены не все зараженные. Сведя воедино данные о случаях заболевания за рубежом (таких, как вспышка в Японии на круизном лайнере *Diamond Princess*, пассажиры которого проходили всестороннее обследование), мы пришли к выводу, что в Китае смертельными были лишь около 0,5 % случаев; при этом пожилые люди подвергались гораздо более высокому риску.

Если смерть наступает лишь в небольшом числе случаев, а состояние людей ухудшается не сразу, а через какое-то время, то внезапные сообщения о новых смертях от *COVID-19* могут указывать на масштабную невыявленную вспышку. Такой сигнал поступил 19 февраля, когда стало известно о двух смертях от *COVID-19* в Иране, – причем это были первые зарегистрированные случаи заболевания в стране. Два дня спустя итальянские власти сообщили о локальной вспышке на севере Ломбардии. На тот момент многие из заболевших уже находились в тяжелом состоянии, что указывало на еще одну серьезную скрытую вспышку.

Разрозненные данные и невыявленные случаи постоянно представляли проблему. 27 февраля появились сообщения о первой вспышке в Испании; две недели спустя некоторые больницы Мадрида уже были переполнены. Тем временем 10 марта стало известно о заражении одного из членов парламента Великобритании, причем в тот день в стране было зарегистрировано 54 новых случая заболевания. Позднее мои коллеги пришли к выводу, что на самом деле тогда произошло более 5000 новых заражений. По всей Европе вспышки *COVID-19* незаметно зарождались на собраниях и развлекательных мероприятиях, на горнолыжных курортах и в офисах, в домах и больницах.

Каждый год в конце февраля и марте я преподаю в магистратуре курс о распространении инфекционных болезней и борьбе с ними. В рамках аттестации по этому курсу студенты должны провести трехдневное расследование вспышки заболевания. Они получают информацию о том, что несколько человек заболело, и должны собрать воедино самые разные данные, от симптомов до социальных контактов, чтобы разобраться в случившемся. Пока студенты анализировали вымышленную вспышку, наша группа тесно взаимодействовала с медицинскими учреждениями, органами власти и международными благотворительными организациями, пытаясь проделать ту же работу применительно к *COVID-19*. Что нам известно об этой инфекции? В чем преимущества и недостатки разных мер контроля? Каких знаний нам не хватает?

При всей неопределенности ситуации было очевидно, что жизнь людей изменится надолго. Проведенный нами анализ первой вспышки болезни в Ухане показал, что к концу января было заражено лишь около 5 % населения. Если бы все меры контроля были отменены и вирус вновь получил возможность свободно распространяться, ему бы это удалось: в городе еще оставалось множество восприимчивых людей. 17 марта я выступил с докладом на международной конференции по здравоохранению, которую в срочном порядке перенесли в интернет, поскольку в Великобритании были введены меры контроля. Я изложил два сценария, которые, по моему мнению, вполне могли реализоваться в случае с *COVID-19*. Сценарий А был мрачным: в отсутствие эффективной вакцины или методов лечения каждая страна, вероятно, будет вынуждена полагаться на спорадические меры вроде закрытия предприятий, чтобы не допустить перегрузки системы здравоохранения. Сценарий Б внушал больше оптимизма: некоторые страны могут расширить масштабы целевого тестирования и сочетать его со строгими мерами изоляции и контролем заражения. Это позволит сдерживать вспышки и уберегать от них людей из групп риска, избегая при этом крупного ущерба для остальной части общества.

В конечном счете жизнь в 2020 году будет зависеть от того, какие меры власти решат навязать населению. Будут ли они использовать средства электронного наблюдения, чтобы идентифицировать заразных людей и следить, чтобы те оставались в изоляции, как это делают в Южной Корее и Тайване? Закроют ли границы, как Вьетнам и Новая Зеландия? Или же они, подобно Швеции, предпочтут более мягкие меры, такие как удаленный режим работы и ограничения на скопление людей?

Для меня одним из самых удивительных открытий, связанных с *COVID-19*, стало огромное разнообразие мер реагирования по всему миру. По сути, вирус потребовал от каждой страны решить, каким она хочет видеть общество в ближайшие годы, и диапазон ответов оказался очень широким. От частных до коллективных политик. От добровольных до обязательных мер. От масштабного использования личных данных до обеспечения конфиденциальности при отслеживании контактов. От спорадических закрытий до полной остановки предприятий.

Пандемия поставила людей перед трудным, противоречивым выбором, и от этого выбора будут зависеть общественные правоотношения. По большому счету, последствия *COVID-19* выйдут далеко за рамки самой эпидемии. Наряду с коронавирусом в 2020 году в мире будут распространяться и другие заразные явления. Дезинформация подорвет доверие к рекомендациям медицинских специалистов и усугубит политическую поляризацию общества. Из-за сбоев, вызванных мерами реагирования на пандемию, возникнут экономические проблемы и социальные волнения. Люди, перешедшие на удаленную работу, будут становиться жертвами кибератак и вредоносных программ. Однако на фоне этих потрясений всегда можно будет найти повод для оптимизма: создание вакцины; открытие инновационных методов лечения; новые знания; новые надежды.

Говоря о заразности, мы обычно подразумеваем инфекционные болезни или вирусный контент в интернете. Но эпидемии могут принимать самые разные формы. Они могут быть связаны с опасными явлениями (например, насилием, вредоносным ПО, финансовыми кризисами) или позитивными тенденциями (такими, как развитие технологий и научный прогресс). Одни эпидемии начинаются с реальных возбудителей, например биологических патогенов и компьютерных вирусов, другие – с абстрактных идей и догматов. Иногда вспышки распространяются очень быстро, а иногда на это уходит немало времени. Развитие некоторых из них предсказать невозможно, и в ожидании того, что будет дальше, мы испытываем волнение, любопытство или даже страх. Почему же эпидемии развиваются – и угасают – именно так, а не иначе?

Через три с половиной года после начала Первой мировой войны возникла новая угроза для жизни людей. Немецкая армия начала весеннее наступление во Франции, а на другой стороне Атлантики, в многолюдном тренировочном лагере армии США в Фанстоне (Канзас), начали умирать люди. Виновником оказался новый тип вируса гриппа, вероятно передавшийся людям от животных с соседней фермы. В 1918–1919 годах вспышка заболевания переросла в глобальную эпидемию – или пандемию – и убила более 50 миллионов человек. Потери от нее в два раза превысили число жертв Первой мировой войны<sup>1</sup>.

В течение следующего столетия человечество пережило еще четыре пандемии гриппа. Напрашивается вопрос: как будет выглядеть очередная? К сожалению, ответить на него трудно, потому что все предыдущие пандемии гриппа в чем-то отличались друг от друга. Их вызывали

---

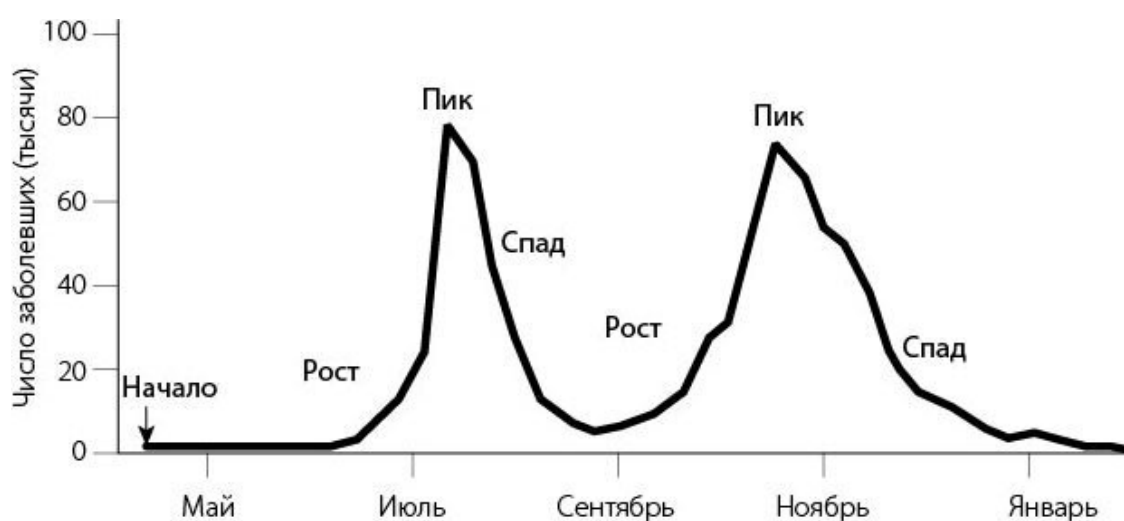
<sup>1</sup> История пандемии 1918 года: Barry J.M., 'The site of origin of the 1918 influenza pandemic and its public health implications' *Journal of Translational Medicine*, 2004; Johnson N.P.A.S. and Mueller J., 'Updating the Accounts: Global Mortality of the 1918–1920 "Spanish" Influenza Pandemic' *Bulletin of the History of Medicine*, 2002; World War One casualty and death tables. PBS, Oct 2016. [https://www.uwosh.edu/faculty\\_staff/henson/188/WWI\\_Casualties%20and%20Deaths%20%20PBS.html](https://www.uwosh.edu/faculty_staff/henson/188/WWI_Casualties%20and%20Deaths%20%20PBS.html). Стоит отметить, что недавно появились новые теории происхождения пандемии гриппа 1918 года, согласно которым она началась раньше, чем принято считать. Например, Branswell H., 'A shot-in-the-dark email leads to a century-old family treasure – and hope of cracking a deadly flu's secret', *STAT News*, 2018.

разные штаммы вируса, и в одних местах вспышки были сильнее, а в других слабее. В моей науке есть поговорка: «если вы видели одну пандемию, то вы видели... одну пандемию»<sup>2</sup>.

Изучая распространение болезни, тренда в интернете или чего-то еще, мы сталкиваемся с одной и той же проблемой: вспышки далеко не всегда похожи друг на друга. Нам нужен метод, позволяющий отделить особенности конкретной вспышки от общих принципов, которым подчиняется процесс заражения. Необходим способ, который даст возможность выйти за рамки упрощенных объяснений и выяснить, что действительно стоит за наблюдаемым сценарием вспышки.

Именно в этом заключается цель книги. Анализируя процессы заражения в самых разных сферах жизни, мы разберемся, что заставляет то или иное явление распространяться и почему вспышки выглядят именно так, как выглядят. В процессе мы сможем увидеть связи между на первый взгляд совершенно разными проблемами – от банковского кризиса, насилия с применением огнестрельного оружия, фейковых новостей до развития болезней, наркомании и социального неравенства. Мы рассмотрим идеи, которые помогут нам справиться с подобными проблемами, и проанализируем необычные ситуации, которые меняют общие представления о закономерностях распространения инфекций, взглядов и поведения. Первое издание этой книги вышло до пандемии *COVID-19*; последние гранки я подписал в начале декабря 2019 года – незадолго до того, как стало известно о первых случаях заражения в окрестностях продуктового рынка в Ухане. Хотя я обновил некоторые разделы, чтобы отразить события 2020 года, главные принципы, о которых я пишу, остаются прежними. Это история не о каком-то одном вирусе или эпидемии, а о тех заразных явлениях, которые влияют на нашу жизнь, и о том, что нам с этим делать.

Для начала рассмотрим, как выглядит вспышка. Когда исследователи узнают о новой угрозе, первым делом они рисуют так называемую кривую вспышки – график, отображающий число новых случаев за единицу времени. Кривая может принимать разную форму, но обычно на ней видны четыре главные стадии: начало, рост, пик и спад. В некоторых случаях эти стадии могут повторяться несколько раз. Например, после того как в апреле 2009 года пандемия свиного гриппа дошла до Великобритании, заболеваемость быстро росла в начале лета и достигла пика в июле; через некоторое время рост возобновился, и новый пик пришелся на конец октября (далее мы разберемся, почему так произошло).



*Вспышка гриппа в Великобритании во время пандемии 2009 года*

<sup>2</sup>Примеры цитирования в средствах массовой информации: Gerstel J., 'Uncertainty over H1N1 warranted, experts say' Toronto Star, 9 October 2009; Osterholm M.T., 'Making sense of the H1N1 pandemic: What's going on?' Center for Infectious Disease Research and Policy, 2009.

### По данным *Public Health England*<sup>3</sup>

Из всех стадий вспышки больше всего внимания обычно уделяется ее началу. Люди хотят знать, почему она началась, как это произошло и кто виноват. По прошествии времени возникает соблазн придумать объяснения и концепции, будто бы вспышка была неизбежна и в следующий раз все может повториться по тому же сценарию. Но если мы просто перечислим особенности инфекций или трендов, которым в свое время удалось быстро распространиться, то получим далеко не полную картину того, как развиваются вспышки. Большинство потенциальных вспышек попросту не начинается: на каждый вирус гриппа, который передается от животных к людям и распространяется по всему миру в форме пандемии, приходится миллионы вирусов, не способных заразить ни одного человека. На каждый вирусный твит приходится множество других, на которые мало кто обращает внимание.

Но даже если вспышка началась, это еще только первая стадия. Попробуйте нарисовать кривую какой-нибудь вспышки – например, эпидемии болезни или распространения новой идеи. Какова скорость роста? Почему вспышка развивается именно с такой скоростью? Когда достигается пик? Один ли пик на кривой или их несколько? Как долго длится спад?

Вместо того чтобы выяснять, разовьется та или иная эпидемия или нет, мы должны попытаться понять, как их оценивать и как предсказывать их течение. Вспомним, к примеру, эпидемию лихорадки Эбола в Западной Африке в 2014 году. После того как из Гвинеи болезнь попала в Сьерра-Леоне и Либерию, число случаев стало быстро расти. Первичный анализ, проведенный нашей группой, показал, что в наиболее пострадавших регионах число заболевших удваивалось каждые две недели<sup>4</sup>. Это означало, что если в какой-то момент было зарегистрировано 100 случаев, то через две недели их могло стать 200, а через месяц – 400. Таким образом, система здравоохранения должна реагировать быстро: чем дольше промедление, тем больше усилий потребуется для обуздания эпидемии. По сути, открытие одного лечебного центра в самом начале вспышки равносильно открытию четырех через месяц.

Некоторые вспышки развиваются еще быстрее. В мае 2017 года компьютерный вирус *WannaCry* поразил компьютеры по всему миру, в том числе критически важные серверы Национальной службы здравоохранения Великобритании. На ранних этапах число зараженных устройств удваивалось почти каждый час, и в итоге пострадали более 200 тысяч компьютеров в 150 странах<sup>5</sup>. Другие виды технологий распространяются гораздо медленней. Когда в начале 1980-х годов стали набирать популярность видеомэгафоны, число их владельцев удваивалось приблизительно каждые 480 дней<sup>6</sup>.

Помимо скорости, важно учитывать масштаб: заражение, которое распространяется быстро, в итоге не обязательно приведет к большой вспышке. В чем причина достижения пика? И что происходит после? Это важные вопросы для многих областей, от финансов и политики до технологий и здравоохранения. Но в разных сферах к вспышкам относятся по-разному. Мои исследования направлены на то, чтобы остановить распространение болезней, а моя жена работает в рекламной отрасли и стремится как можно шире распространять идеи и послания. На первый взгляд, эти стратегии прямо противоположны, однако сейчас у нас есть возмож-

---

<sup>3</sup> Eames K.T.D. et al., 'Measured Dynamic Social Contact Patterns Explain the Spread of H1N1v Influenza', PLOS Computational Biology, 2012; Health Protection Agency, 'Epidemiological report of pandemic (H1N1) 2009 in the UK', 2010.

<sup>4</sup> Другие группы исследователей пришли к такому же выводу, например: WHO Ebola Response Team, 'Ebola Virus Disease in West Africa – The First 9 Months of the Epidemic and Forward Projections', The New England Journal of Medicine (NEJM), 2014.

<sup>5</sup> 'Ransomware cyber-attack: Who has been hardest hit?', BBC News Online, 15 May 2017; 'What you need to know about the WannaCry Ransomware', Symantec Blogs, 23 October 2017. Число попыток взлома за семь часов увеличилось с 2000 до 80 000; отсюда время удвоения =  $7/\log_2(80000/2000) = 1,32$  часа.

<sup>6</sup> Media Metrics #6: The Video Revolution. The Progress & Freedom Foundation Blog, 2 March 2008. <http://blog.pff.org/archives/2008/03/print/005037.html>. Количество владельцев увеличилось с 2,2 % домохозяйств в 1981 году до 18 % в 1985 году; отсюда время удвоения =  $365 \times 4/\log_2(0,18/0,02) = 481$  день.

ность сравнивать процессы заражения в разных областях и использовать концепции из одной сферы для осмысления процессов, происходящих в другой. В следующих главах мы увидим, чем финансовые кризисы похожи на инфекции, передающиеся половым путем; почему ученые, изучающие болезни, могут легко предсказывать ход таких кампаний, как *Ice Bucket Challenge*; и как идеи, использованные для искоренения оспы, помогают остановить вооруженное насилие. Мы также познакомимся с приемами, которые используются для замедления передачи инфекции – или для ускорения «заражения», как в случае с маркетингом.

В последние годы мы стали гораздо лучше понимать процессы заражения, причем не только благодаря исследованию болезней. Получив доступ к подробным данным о социальных взаимодействиях, ученые выясняют, как может эволюционировать информация, чтобы стать более убедительной и пригодной для дальнейшей передачи, почему у некоторых вспышек наблюдается несколько пиков (как у пандемии гриппа в 2009 году) и как связи между виртуальными друзьями в нашем тесном мире способствуют широкому распространению некоторых идей и препятствуют распространению других. В то же время мы все больше узнаем о том, как появляются и разлетаются слухи, почему одни вспышки объяснить легче, а другие труднее и как сетевые алгоритмы влияют на нашу жизнь и вторгаются в наше личное пространство.

Таким образом, выводы, сделанные исследователями эпидемий, сегодня помогают противостоять угрозам в других областях. Центральные банки разных государств используют соответствующие методы для предотвращения финансовых кризисов, а ИТ-компании совершенствуют защиту от вредоносных программ. В процессе исследований ученые пересматривают традиционные взгляды. История изучения заражений показывает, что наши представления о том, как распространяются те или иные явления, не всегда соответствуют действительности. Например, в Средние века нерегулярный характер эпидемий списывали на влияние небесных светил – итальянское слово *influenza*, которым во многих языках называют грипп, переводится как «влияние»<sup>7</sup>.

Популярные объяснения вспышек все чаще опровергаются научными открытиями. Ученые раскрывают тайны заражения, убеждая нас избегать поспешных выводов и неэффективных решений. Но, несмотря на все успехи, новые сообщения о тех или иных вспышках по-прежнему весьма туманны: нам просто говорят, что нечто оказалось заразным или становится вирусным. Мы редко пытаемся выяснить, почему то или иное явление распространяется так быстро (или так медленно), что приводит к пику и чего ждать в следующий раз. Независимо от наших целей – распространить идеи или инновации, остановить распространение вируса или насилия – мы должны понять, что служит движущей силой заражения. Временами для этого приходится пересматривать все наши представления об инфекциях.

---

<sup>7</sup> Etymologia: influenza. *Emerging Infectious Diseases* 12(1): 179, 2006.

# 1

## Теория событий

В три года я научился ходить. Это происходило постепенно: сначала мне стало трудно вставать, я часто терял равновесие. Но вскоре мое состояние ухудшилось. Я не мог пройти даже небольшое расстояние, а ступеньки и горки превратились в почти непреодолимые препятствия. В одну из пятниц апреля 1990 года родители отвезли меня с моими ослабевшими ногами в Королевскую объединенную больницу в Бате. На следующее утро меня осмотрел невролог. Сначала он предположил, что у меня опухоль в позвоночнике. Несколько дней я проходил обследование, которое включало рентген, анализ крови, нервную стимуляцию и поясничный прокол для забора спинномозговой жидкости. Когда пришли результаты, диагноз изменился: у меня выявили редкое заболевание, известное как синдром Гийена – Барре (СГБ). Эта болезнь, названная в честь французских неврологов Жоржа Гийена и Жана Александра Барре, возникает из-за сбоя в работе иммунной системы. Вместо того чтобы защищать мой организм, иммунная система атаковала нервы, и в результате у меня развился паралич.

Писатель Александр Дюма однажды сказал устами своего персонажа, что вся человеческая мудрость заключена в двух словах: ждать и надеяться<sup>8</sup>. Именно в этом и состояло мое лечение – в ожидании и надежде. Моим родителям вручили разноцветный бумажный язычок, чтобы проверять силу моего дыхания (домашних устройств для таких маленьких детей тогда не существовало). Если я не смогу развернуть язычок, дунув в него, значит, паралич добрался до мышц, расширяющих грудную клетку.

Из того времени сохранилась фотография, где я сижу на коленях у бабушки. Он в инвалидной коляске. Бабушка заразился полиомиелитом в Индии, когда ему было 25 лет, и с тех пор не мог ходить. Я знал его только таким – сильные руки заменяли ему непослушные ноги. В этом смысле мы с ним были одновременно похожи и не похожи. У нас были общие симптомы, но полиомиелит не лечится, а СГБ обычно со временем проходит.

Поэтому мы ждали и надеялись. Бумажный язычок неизменно разворачивался, и в какой-то момент начался долгий процесс восстановления. Родители сказали, что название моей болезни расшифровывается как «медленное выздоровление» (*GBS – Getting Better Slowly*). Только через год я снова смог ходить, и понадобился еще год, чтобы у меня наконец получилось нечто похожее на бег. Чувство равновесия восстанавливалось еще несколько лет.

Вместе с симптомами уходили и воспоминания. Случившееся со мной казалось далеким, словно все это было в другой жизни. Я уже не помнил, как родители перед уколom давали мне шоколад и как я потом отказывался его есть – даже просто так, – боясь того, что за этим последует. Стерлись и воспоминания о большой перемене в начальной школе, когда все дети играли в догонялки, а я просто смотрел – мои ноги были еще слишком слабыми и я не мог угнаться за другими. За 25 лет, прошедших после выздоровления, я не вспоминал об СГБ. Я закончил школу, поступил в университет, защитил диссертацию. СГБ – крайне редкое заболевание, и речь о нем никогда не заходила. Кто такой Гийен? Какой еще Барре? Для меня эта история закончилась – и стерлась из памяти.

Как оказалось, не навсегда. В 2015 году я приехал в Суву, столицу Фиджи, и снова столкнулся с этим заболеванием, на этот раз уже как специалист. Я прибыл для того, чтобы помочь с изучением недавней эпидемии лихорадки денге<sup>9</sup>. Вирус, который переносят комары, периоди-

---

<sup>8</sup> Александр Дюма, «Граф Монте-Кристо», глава 117.

<sup>9</sup> Kucharski A.J. et al., 'Using paired serology and surveillance data to quantify dengue transmission and control during a large outbreak in Fiji', eLIFE, 2018.

чески вызывает вспышки этого заболевания на островах Тихого океана, в том числе на Фиджи. Как правило, симптомы проявляются слабо, но иногда болезнь может сопровождаться сильной лихорадкой, требующей госпитализации. В первые месяцы 2014 года в больницы Фиджи обратилось более 25 тысяч человек с подозрением на лихорадку денге, что стало серьезным испытанием для местной системы здравоохранения.

Если вы уже представили себе офис на залитом солнцем пляже, я вас разочарую: эта картина не имеет отношения к Суве. В отличие от Западного округа Фиджи с его многочисленными курортами, столица страны – это портовый город на самом большом острове архипелага, Вити-Леву. Две главные улицы огибают полуостров, на котором расположена Сува, и образуют нечто по форме напоминающее подковообразный магнит, постоянно притягивающий к себе дожди. Местные жители, наслышанные о погоде в Британии, говорили мне, что здесь я буду чувствовать себя как дома.

Вскоре последовало другое напоминание о доме, связанное с далеким прошлым. Во время ознакомительной встречи коллега из Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) упомянул, что на островах Тихого океана отмечаются кластеры распространения синдрома Гийена – Барре. Это необычные кластеры: как правило, в год выявляют один-два случая на 100 тысяч человек, но в отдельных местах СГБ встречается в два раза чаще<sup>10</sup>.

Никто так и не установил причину моей болезни. Иногда СГБ возникает вследствие инфекции – его связывали с гриппом, пневмонией и другими заболеваниями<sup>11</sup>, – но порой появляется без видимых причин. В моем случае синдром оказался просто «шумом», случайным сбоем в сложной системе человеческого здоровья. Но в 2014–2015 годах на островах Тихого океана СГБ был своеобразным сигналом – как и врожденные пороки развития, которые вскоре были выявлены в Латинской Америке.

За всеми этими сигналами стоял вирус Зика, названный в честь леса Зика на юге Уганды. Этот близкий родственник вируса денге впервые был обнаружен в 1947 году у комаров из того самого леса. На местном наречии «зика» означает «разросшийся»<sup>12</sup> – и болезнь тоже разрослась, распространившись по всему миру, от Уганды до Таити и Рио-де-Жанейро. Те странные явления, которые ученые наблюдали в 2014 и 2015 годах на Тихом океане и в Латинской Америке, вскоре стали понятнее. Исследователи нашли доказательства связи между вирусом Зика и неврологическими нарушениями: как и СГБ, вирус Зика, по всей видимости, вызывал осложнения беременности. Больше всего ученых встревожила микроцефалия, при которой младенцы рождались с уменьшенным размером мозга и, соответственно, маленьким черепом<sup>13</sup>. Эта аномалия развития может иметь очень серьезные последствия, от судорог до умственной отсталости.

В феврале 2006 года, исходя из предположения, что вирус Зика вызывает микроцефалию у новорожденных<sup>14</sup>, ВОЗ объявила эту эпидемию «чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение», или *PHEIC* (произносится как «фейк»). Согласно первичным исследованиям, на каждые 100 заражений вирусом Зика во время беременности приходится от 1 до 20 новорожденных с микроцефалией<sup>15</sup>. Хотя в случае

---

<sup>10</sup> Pastula D.M. et al., 'Investigation of a Guillain-Barré syndrome cluster in the Republic of Fiji', *Journal of the Neurological Sciences*, 2017; Musso D. et al., 'Rapid spread of emerging Zika virus in the Pacific area', *Clinical Microbiology and Infection*, 2014; Sejvar J.J. et al., 'Population incidence of Guillain-Barré syndrome: a systematic review and meta-analysis', *Neuroepidemiology*, 2011.

<sup>11</sup> Willison H.J. et al., 'Guillain-Barré syndrome', *The Lancet*, 2016.

<sup>12</sup> Kron J., 'In a Remote Ugandan Lab, Encounters With the Zika Virus and Mosquitoes Decades Ago', *New York Times*, 5 April 2016.

<sup>13</sup> Amorim M. and Melo A.N., 'Revisiting head circumference of Brazilian newborns in public and private maternity hospitals', *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 2017.

<sup>14</sup> World Health Organization, 'WHO statement on the first meeting of the International Health Regulations (2005) (IHR 2005) Emergency Committee on Zika virus and observed increase in neurological disorders and neonatal malformations', 2016.

<sup>15</sup> Rasmussen S.A. et al., 'Zika Virus and Birth Defects – Reviewing the Evidence for Causality', *NEJM*, 2016.

с вирусом Зика наибольшее беспокойство вызывала микроцефалия, первым привлек внимание органов здравоохранения, и мое тоже, синдром Гийена – Барре. В 2015 году, сидя в своем временном офисе в Суве, я понял, что почти ничего не знаю об этом заболевании, так сильно повлиявшем на мое детство. Мое невежество было по большей части добровольным, в некотором смысле с подачи родителей (что вполне понятно): только по прошествии многих лет они сказали мне, что от СГБ я мог умереть.

В то же время медицинский мир столкнулся с еще большей нехваткой информации. Лихорадка Зика ставила перед учеными огромное количество вопросов, на большинство из которых никто не знал ответа. «Ученым редко доводилось заниматься исследованиями с такой срочностью и с таким небольшим набором исходных данных», – писала эпидемиолог Лаура Родригес в начале 2016 года<sup>16</sup>. Для меня сложнее всего было понять динамику этих вспышек лихорадки Зика. Насколько легко распространяется инфекция? Похожи ли эти вспышки на вспышки лихорадки денге? Скольких случаев заражения следует ожидать?

Чтобы ответить на эти вопросы, наша группа начала разрабатывать математические модели эпидемий. В настоящее время этот подход широко применяется и в здравоохранении, и в других областях. Но когда и где впервые появились эти модели? И как они работают на самом деле? История началась в далеком 1883 году с молодого военного врача, резервуара для воды и разгневанного штабного офицера.

Рональд Росс хотел стать писателем, но отец заставил его поступить в медицинский колледж при больнице Святого Варфоломея в Лондоне. Учебу молодой человек пытался совмещать с сочинением стихов, пьес и музыки, и поэтому в 1879 году из двух выпускных экзаменов Росс успешно сдал только один – по хирургии. Это означало, что он не мог претендовать на должность в Индийской медицинской службе – а именно такую карьеру прочил ему отец<sup>17</sup>.

Не имея возможности работать терапевтом, Росс целый год провел в Атлантике судовым врачом, после чего сдал оставшийся экзамен и в 1881 году все же устроился в Индийскую медицинскую службу. Два года он провел в Мадрасе, а в сентябре 1883-го его перевели в Бангалор на должность гарнизонного врача. С колониальной точки зрения это было райское место – залитый солнцем город с садами и виллами, украшенными колоннами. Единственной проблемой для Росса стали комары. Казалось, его новое бунгало привлекало гораздо больше комаров, чем другие армейские постройки. Росс подозревал, что все дело в бочке для воды, стоявшей прямо под его окном: над ней роились насекомые.

Росс перевернул бочку, лишив комаров благоприятной для размножения среды. И это явно помогло: лишившись стоячей воды, насекомые оставили его в покое. Вдохновленный успехом, он попросил у штабного офицера разрешения убрать остальные бочки – а заодно избавиться и от прочих емкостей и жестянок, разбросанных по территории: ведь если комарам негде будет размножаться, они просто улетят. Офицер отказал. «Он очень рассердился и запретил что-либо делать, – вспоминал впоследствии Росс. – Он заявил, что это противоречит естественному порядку вещей и что комары были созданы для какой-то цели, а наш долг терпеть их».

Это был первый эксперимент Росса по изучению комаров, которому он в итоге посвятил всю свою жизнь. Второй эксперимент он провел по прошествии более десяти лет, и толчком к нему послужил разговор, состоявшийся в Лондоне. В 1894 году Росс вернулся в Англию, чтобы провести там годичный отпуск. За время его отсутствия Лондон сильно изменился: был достроен Тауэрский мост, ушел в отставку премьер-министр Гладстон, намечалось открытие

---

<sup>16</sup> Rodrigues L.C., 'Microcephaly and Zika virus infection', The Lancet, 2016.

<sup>17</sup> Если не указано иное, вся информация из Ross R., The Prevention of Malaria (New York, 1910); Ross R., Memoirs, With a Full Account of the Great Malaria Problem and its Solution (London, 1923).

первого в стране кинозала<sup>18</sup>. Но мысли Росса были заняты другим. Он хотел познакомиться с новейшими исследованиями малярии. В Индии люди постоянно страдали от этой болезни, которая сопровождалась лихорадкой и рвотой, а порой приводила и к смерти.

Малярия – одна из самых старых болезней, известных человечеству. Вполне вероятно, что она досаждала нашему виду на протяжении всей его истории<sup>19</sup>. Современное название болезни появилось в средневековой Италии. Страдавшие от лихорадки люди часто называли причиной своего недуга *mala aria* (плохой воздух)<sup>20</sup>. Это название прижилось – как и само предполагаемое объяснение. В конце концов выяснилось, что болезнь вызывает паразит *Plasmodium*, но в то время, когда Росс вернулся в Англию, способ ее распространения все еще оставался загадкой.

В Лондоне Росс нанес визит биологу Альфредо Кантаку, надеясь познакомиться с последними исследованиями, которые он мог пропустить в Индии. Кантак сказал, что, если Росс хочет больше узнать о паразитах, подобных малярийному, ему нужно поговорить с врачом Патриком Мэнсоном, который несколько лет изучал паразитов на юго-востоке Китая. Там Мэнсон выяснил, как люди заражаются очень опасными микроскопическими червями под названием *filariae*. Эти очень маленькие паразиты попадают в кровь и скапливаются в лимфатических узлах, вызывая задержку жидкости в организме. В тяжелых случаях конечности больного увеличиваются в размерах в несколько раз – эта болезнь называется слоновостью. Мэнсон не только выяснил, как *filariae* вызывают болезнь, но и доказал, что при укусе зараженного человека комары вместе с кровью всасывают и паразитов<sup>21</sup>.

Мэнсон пригласил Росса к себе в лабораторию и показал, как искать паразитов, подобных малярийному, у зараженных пациентов. Он также познакомил Росса с последними научными статьями, которые тот не видел в Индии. «Я часто приходил к нему и запоминал все, что он мне говорил», – вспоминал Росс. Однажды зимним вечером они шли по Оксфорд-стрит, и Мэнсон обронил фразу, которая дала старт серьезной научной карьере Росса. «Знаете, – сказал он, – у меня есть предположение, что комары переносят малярию точно так же, как они переносят *filariae*».

В других культурах уже давно догадывались о возможной связи между комарами и малярией. Британский географ Ричард Бертон отмечал, что жители Сомали часто говорили ему, что укусы комаров несут смертельную лихорадку, но сам Бертон отвергал это предположение. «Предрассудок, вероятно, обусловлен тем фактом, что комары и лихорадка распространяются примерно в одно время», – писал он в 1856 году<sup>22</sup>. Некоторым удавалось даже изобрести лекарства от малярии, не зная причину заболевания. В IV веке китайский ученый Гэ Хун заметил, что растение цинхао (полынь) помогает при лихорадке. Сегодня экстракт этого растения входит в основу современных препаратов от малярии<sup>23</sup>. (Другие попытки были менее успешными: так, римляне придумали слово «абракадабра» в качестве магического заклинания, прогоняющего лихорадку)<sup>24</sup>.

Росс уже слышал предположения о связи комаров с малярией, но убедил его именно разговор с Мэнсоном, который считал, что комары, сосущие кровь человека, могли получать вместе с ней не только крошечных червей, но и малярийных паразитов. Затем эти паразиты

---

<sup>18</sup> Barnes J., *The Beginnings Of The Cinema In England, 1894–1901: Volume 1: 1894–1896* (University of Exeter Press, 2015).

<sup>19</sup> Joy D.A. et al., 'Early origin and recent expansion of *Plasmodium falciparum*', *Science*, 2003.

<sup>20</sup> Mason-Bahr P., 'The Jubilee of Sir Patrick Manson: A Tribute to his Work on the Malaria Problem', *Postgraduate Medical Journal*, 1938.

<sup>21</sup> To K.W.K. and Yuen K.-Y., 'In memory of Patrick Manson, founding father of tropical medicine and the discovery of vectorborne infections' *Emerging Microbes and Infections*, 2012.

<sup>22</sup> Burton R., *First Footsteps in East Africa* (London, 1856).

<sup>23</sup> Hsu E., 'Reflections on the "discovery" of the antimalarial qinghao', *British Journal of Clinical Pharmacology*, 2006.

<sup>24</sup> Sallares R., *Malaria and Rome: A History of Malaria in Ancient Italy* (Oxford University Press, 2002).

размножались в организме комара и каким-то образом вновь передавались человеку. Мэнсон предполагал, что источником заражения может быть вода. Вернувшись в Индию, Росс приступил к проверке этой гипотезы; правда, его эксперимент вряд ли одобрила бы современная комиссия по этике<sup>25</sup>. Он давал комарам кусать инфицированных пациентов, а затем следил, чтобы эти комары откладывали яйца в бутылке с водой; когда из яиц вылупились личинки, три человека по просьбе Росса (который им заплатил) выпили эту воду. К его разочарованию, никто из них не заболел малярией. Как же паразиты попадают в человеческий организм?

В конце концов Росс написал Мэнсону о своей новой гипотезе: малярия может распространяться через укусы комаров. При каждом укусе комар выделяет некоторое количество слюны. Что, если этого достаточно, чтобы передать человеку паразитов? Не имея возможности набрать достаточное количество добровольцев-людей, Росс начал экспериментировать с птицами. Сначала он ловил комаров и заставлял их сосать кровь зараженной птицы. Затем он давал этим комарам кусать здоровых птиц, которые вскоре тоже заболевали. И наконец, он препарировал слюнные железы зараженных комаров и обнаружил в них малярийных паразитов. Установив путь передачи малярии, Росс понял, насколько абсурдными были прежние теории. «Люди и птицы не заболевают, наевшись мертвых комаров», – писал он Мэнсону.

В 1902 году «за работу по малярии» Росс получил Нобелевскую премию по медицине – вторую в истории. О Мэнсоне, несмотря на его вклад в это открытие, никто не вспомнил, – он узнал о награде Росса только из газет<sup>26</sup>. Былая дружба между наставником и учеником постепенно переросла в острую неприязнь. Будучи блестящим ученым, Росс оказался склочным человеком. Он постоянно спорил с научными конкурентами и даже судился с ними. В 1912 году Росс даже угрожал подать в суд на Мэнсона, обвинив его в клевете<sup>27</sup>. Основания? Мэнсон написал хвалебное рекомендательное письмо для другого исследователя, который занял профессорскую должность, оставленную Россом. Мэнсон не стал спорить и предпочел извиниться. «Для ссоры нужны два дурака», – писал он впоследствии<sup>28</sup>.

Росс продолжил изучать малярию без Мэнсона. В процессе он нашел новую отдушину для своего нестигаемого упрямства и нажил себе новых врагов. Выяснив, как передается малярия, он решил доказать, что болезнь можно остановить.

В прошлом малярия была распространена гораздо шире, чем сегодня. На протяжении многих веков болезнь свирепствовала по всей Европе и Северной Америке, от Осло до Онтарио. Даже во время так называемого малого ледникового периода в XVII–XVIII веках, когда в Северном полушарии резко похолодало, назойливые комары летом досаждали людям не меньше, чем трескучие морозы зимой<sup>29</sup>. Малярия была обычным явлением во многих странах с умеренным климатом, и число новых случаев заражения не уменьшалось из года в год. В восьми пьесах Шекспира упоминается *ague* – так в Средние века называли малярийную лихорадку. Веками источником малярии были солончаковые болота Эссекса к северо-востоку от Лондона; в студенческие годы Росс лечил женщину, которая заразилась малярией именно в этих местах.

---

<sup>25</sup> Росс утверждал, что участники эксперимента знали, на что идут, и что риск был оправдан: «Думаю, что этот эксперимент оправдан тем огромным значением, которое имел бы положительный результат, а также тем обстоятельством, что в моем распоряжении всегда был хинин» (Ross, 1923). Тем не менее мы не знаем, насколько полно участники эксперимента были информированы о риске; хинин менее эффективен, чем препараты, используемые в современных исследованиях малярии. (Achan J. et al., 'Quinine, an old anti-malarial drug in a modern world: role in the treatment of malaria' *Malaria Journal*, 2011.) Более подробно этичность экспериментов на людях мы рассмотрим в главе 7.

<sup>26</sup> Bhattacharya S. et al., 'Ronald Ross: Known scientist, unknown man', *Science and Culture*, 2010.

<sup>27</sup> Chernin E., 'Sir Ronald Ross vs. Sir Patrick Manson: A Matter of Libel', *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 1988.

<sup>28</sup> Manson-Bahr P., *History Of The School Of Tropical Medicine In London, 1899–1949* (London, 1956).

<sup>29</sup> Reiter P., 'From Shakespeare to Defoe: Malaria in England in the Little Ice Age', *Emerging Infectious Diseases*, 2000.

Установив связь между насекомыми и инфекцией, Росс заявил, что ключ к искоренению малярии – уничтожение комаров. Индийский опыт, в том числе эксперимент с водой в Бангалоре, убедил его, что численность комаров можно контролировать. Но эта идея, казалось, противоречила здравому смыслу. От всех комаров избавиться невозможно, говорили оппоненты, и это значит, что какое-то количество насекомых останется, а с ними сохранится и источник малярии. Росс признавал, что сколько-то комаров останется, но был убежден, что распространение малярии можно остановить. Однако повсюду, от Фритауна до Калькутты, его идеи в лучшем случае игнорировали, а в худшем – высмеивали. «Мое предложение уменьшить численность комаров в городах повсюду встречали лишь насмешками», – вспоминал он позднее.

В 1901 году Росс возглавил группу ученых, приехавших в Сьерра-Леоне, чтобы попытаться осуществить на практике идеи по регулированию численности комаров. Они очистили территории от огромного количества жестянок и бутылок с водой. Они отравили стоячую воду – излюбленное место размножения комаров. Они засыпали ямы и колдобины, чтобы на дорогах не появлялись «смертельно опасные лужи», как называл их Росс. Результаты были обнадеживающими: вернувшись через год, Росс обнаружил, что комаров стало гораздо меньше. Однако он предупредил руководителей системы здравоохранения, что эти меры должны приниматься постоянно. Очистку территорий финансировал меценат из Глазго; когда деньги кончились, энтузиазм угас и численность комаров вновь возросла.

Большого успеха Росс добился через год, когда консультировал Компанию Суэцкого канала. В египетском городе Исмаилия регистрировалось до 2000 случаев малярии в год. После серьезных мер по снижению численности комаров этот показатель упал ниже сотни. Борьба с комарами показала свою эффективность и в других местах. Когда в 1880-х годах французы предприняли попытку построить Панамский канал, несколько тысяч рабочих умерли от малярии и желтой лихорадки – еще одного заболевания, которое переносят комары. В 1905 году прокладкой канала занялись американцы, а масштабную борьбу с комарами возглавил Уильям Горгас, полковник армии США. Это позволило успешно завершить строительство<sup>30</sup>. Тем временем значительно южнее Панамского канала врачи Освалду Крус и Карлус Шагас руководили антималярийными программами в Бразилии, помогая снизить заболеваемость малярией среди строительных рабочих<sup>31</sup>.

Несмотря на успех этих программ, многие по-прежнему скептически относились к возможности регулировать численность комаров. Чтобы убедить коллег, Россу требовались более надежные аргументы. Пытаясь доказать свою правоту, он обратился к математике. За первые годы работы в Индийской медицинской службе он довольно глубоко изучил этот предмет. Будучи в душе художником, Росс всегда восхищался изяществом математических построений. «Доказанная теорема подобна гармоничной картине, – писал он. – Бесконечный ряд затухает в будущем, словно вариации сонаты». Осознав, как ему нравится этот предмет, он пожалел, что не уделял ему должного внимания в школе. Теперь уже было поздно менять карьеру; какая польза от математики практикующему врачу? «Это была несчастная любовь женатого мужчины к некоей прекрасной, но недоступной даме», – говорил Росс.

На какое-то время Росс оставил эти интеллектуальные упражнения, но после открытия пути передачи малярии возобновил занятия математикой. На этот раз он нашел способ сделать свое хобби полезным для профессиональной деятельности. Перед ним стоял важнейший вопрос, требовавший ответа: возможно ли сдержать распространение малярии, не уничтожая всех комаров до единого? Чтобы выяснить это, Росс разработал простую концептуальную модель передачи малярии. Начал он с подсчета возможного числа новых случаев заражения в месяц на отдельно взятой территории. С этой целью он мысленно разделил процесс передачи

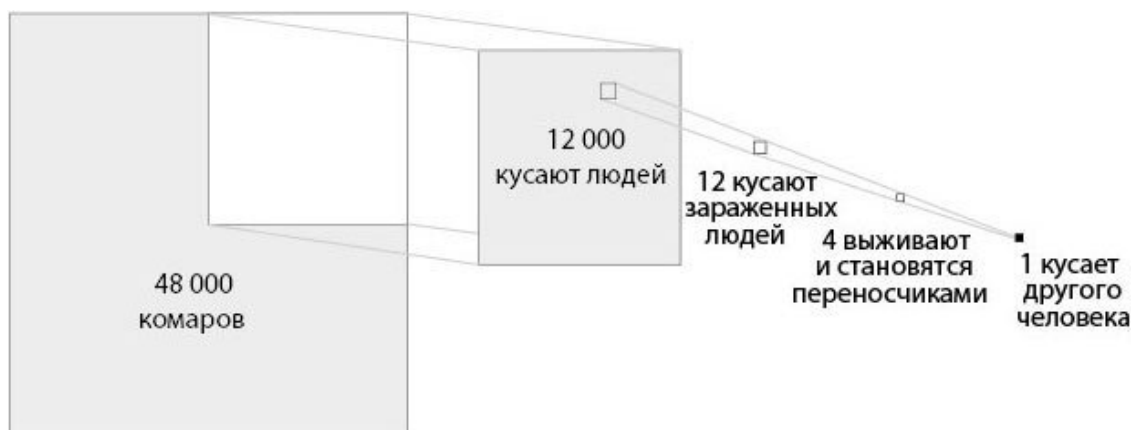
---

<sup>30</sup> High R., 'The Panama Canal – the American Canal Construction', International Construction, October 2008.

<sup>31</sup> Griffing S.M. et al., 'A historical perspective on malaria control in Brazil', Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 2015.

болезни на несколько этапов. Для передачи инфекции, рассуждал он, необходимо, чтобы в данном районе был хотя бы один человек, зараженный малярией. В качестве примера Росс взял сценарий, при котором в деревне с населением 1000 человек болен всего один. Чтобы передать инфекцию другому человеку, комар *Anopheles* должен укусить зараженного. Росс подсчитал, что в среднем лишь одному из четырех комаров удастся укусить человека. Таким образом, если в данной местности живет 48 тысяч комаров, то укусить людей смогут 12 тысяч из них. А поскольку изначально заражен только один из 1000 жителей деревни, его укусят (и получат вместе с кровью малярийного паразита) всего 12 комаров из 12 тысяч.

Для размножения в организме комара паразиту требуется определенное время, поэтому насекомое должно прожить достаточно долго, чтобы стать переносчиком инфекции. Росс предположил, что это удастся только одному из трех насекомых, а это значит, что переносчиками малярии в действительности станут только четыре комара из двенадцати. И наконец, эти комары должны укусить другого человека, чтобы передать ему инфекцию. Если же, как предполагалось, это сделает только один из четырех, то остается всего один инфицированный комар, способный передать вирус. Расчеты Росса показывают, что, даже если в данном районе насчитывается 48 тысяч комаров, в среднем они станут причиной заражения только одного человека.



*Росс подсчитал, что, даже если в деревне с одним больным малярией насчитывается 48 тысяч комаров, это может привести всего к одному новому случаю заражения*

Следуя этой логике, можно предположить, что если комаров или инфицированных людей окажется больше, то и количество новых случаев заражения в месяц увеличится. Однако этому препятствует другой процесс: по оценке Росса, каждый месяц выздоравливает около 20 % больных малярией. Для того чтобы болезнь постоянно поддерживалась в популяции, эти два процесса – заражение и выздоровление – должны компенсировать друг друга. Если скорость выздоровления превышает скорость заражения, то заболеваемость в конце концов снизится до нуля.

Это очень важный вывод. Оказывается, нет необходимости избавляться от всех комаров до единого, чтобы сдержать малярию: существует некая критическая концентрация комаров, и, когда их численность падает ниже этого уровня, болезнь исчезает сама. Как выразился Росс, «малярия может сохраняться в сообществе только в том случае, если популяция *Anopheles* достаточно велика, чтобы число новых заражений компенсировало число выздоровлений».

Излагая свои выкладки в книге «Предотвращение малярии» (*The Prevention of Malaria*), Росс понимал, что не все читатели смогут проследить за его вычислениями. И все же он был убежден, что аудитория оценит сделанные им выводы. «Читателю следует внимательно изучить эти идеи, и я думаю, он без труда поймет их, даже если и забыл большую часть того, что знал из

уроков математики», – писал Росс. Придерживаясь математической терминологии, он назвал свое открытие *комариной теоремой*.

Росс показал, как можно сдержать малярию, но в его рассуждениях содержалась и более глубокая мысль, которая в корне изменила подход к изучению инфекций. Росс выделял два возможных метода анализа заболеваний; назовем их *описательным* и *механистическим*. Во времена Росса большинство исследователей использовали описательную аргументацию: то есть брали реальные данные и анализировали их постфактум, чтобы выявить предсказуемые закономерности. Примером может служить работа Уильяма Фарра о вспышке оспы в Лондоне в 1830-х годах. Занимаясь сбором официальной статистики, Фарр заметил, что в начале эпидемии число новых случаев заражения быстро росло, затем рост замедлился, вспышка достигла пика, после чего начался спад. Этот спад был практически зеркальным отражением фазы роста. На основе данных о случаях заболевания Фарр построил кривую, пытаясь понять общую картину. В 1840 году, когда эпидемия началась снова, картина в целом повторилась<sup>32</sup>. В своем анализе Фарр не учитывал механизм передачи инфекции. Он также не принимал в расчет ни скорость заражения, ни темпы выздоровления. Это неудивительно: в то время никто не знал, что оспу вызывает вирус. Таким образом, метод Фарра был нацелен на описание закономерностей эпидемии, а не выяснение причин этих закономерностей<sup>33</sup>.

Росс, в отличие от Фарра, использовал механистический подход. Он не стал брать данные и искать закономерности, которые помогли бы описать наблюдаемые тенденции, а начал с анализа основных процессов, влияющих на передачу инфекции. Используя свои знания о малярии, он объяснил, как люди заражаются, как заражают других и через какое время выздоравливают. Все это он объединил в концептуальную модель передачи инфекции – при помощи математических уравнений, которые затем проанализировал, чтобы сделать выводы о вероятных закономерностях вспышки.

Поскольку в своем анализе Росс прибегал к ряду допущений о процессе передачи инфекции, он мог корректировать эти допущения и смотреть, что произойдет при изменении условий. Какой эффект может дать снижение численности комаров? Как быстро исчезнет болезнь, если передача инфекции замедлится? Подход, примененный Россом, позволял заглядывать в будущее и задавать вопрос «что, если?», а не просто искать закономерности в доступных данных. Другие исследователи пытались проводить подобный анализ и раньше, но Росс был первым, кто соединил эти идеи в ясную и универсальную теорию<sup>34</sup>. Он показал, как изучать эпидемию в динамике, рассматривая ее как ряд взаимосвязанных процессов, а не набор статичных закономерностей.

Теоретически и описательный метод, направленный в прошлое, и механистический, ориентированный на будущее, должны давать одинаковые результаты. Если мы используем описательный подход, то, имея достаточно данных, сможем оценить эффект от регулирования численности комаров. Перевернув бочку с водой или избавившись от насекомых другим способом, мы получим возможность наблюдать за происходящим. И наоборот: предсказанный математическими расчетами Росса эффект от контроля популяции комаров в идеале должен совпадать с реальным эффектом от принятых мер. Если стратегия контроля действительно работает, оба метода это покажут. Разница в том, что при механистическом подходе не требуется переворачивать бочку с водой, чтобы оценить возможный эффект.

Математические модели, подобные модели Росса, часто считают или неточными, или слишком сложными. Но по своей сути модель – это упрощенное описание мира, которое помо-

---

<sup>32</sup> Jorland G. et al., *Body Counts: Medical Quantification in Historical and Sociological Perspectives* (McGill-Queen's University Press, 2005).

<sup>33</sup> Fine P.E.M., 'John Brownlee and the Measurement of Infectiousness: An Historical Study in Epidemic Theory', *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 1979.

<sup>34</sup> Fine P.E.M., 'Ross's a priori Pathometry – a Perspective', *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 1975.

гает нам понять, что может произойти в тех или иных условиях. Механистические модели особенно полезны для разрешения таких вопросов, ответы на которые невозможно получить экспериментальным путем. Если органы здравоохранения хотят понять, насколько эффективной была их стратегия борьбы с заболеванием, они не могут вернуться назад и посмотреть, как развивалась бы эпидемия без принятых мер. Точно так же, если мы хотим получить представление о грядущей пандемии, мы не можем намеренно выпустить новый вирус и следить за его распространением. Модели дают нам возможность изучать вспышки заболеваний, не делая их реальностью. Мы можем проверять, как процессы передачи инфекции и выздоровления влияют на распространение эпидемии. Мы можем рассматривать разные меры борьбы с болезнью – от уничтожения комаров до вакцинации – и смотреть, насколько они эффективны в разных ситуациях.

В начале XX века Россу был необходим именно такой подход. Когда он доказал, что малярию разносят комары *Anopheles*, многие его коллеги считали, что контроль численности комаров не поможет в борьбе с болезнью. Это делало описательный анализ невозможным: как оценить предлагаемые меры, если они не используются? Однако благодаря своим моделям Росс убедился, что долговременное снижение численности комаров должно дать результат. Оставалось лишь убедить всех остальных.

Сегодня нам кажется странным, что идеи Росса встретили такое сопротивление. Дело в том, что, несмотря на бурное развитие эпидемиологии как науки и появление новых методов анализа заболеваний, медицинское сообщество относилось к малярии не так, как Росс. По сути, это было столкновение двух разных философий. Большинство медиков подходило к малярии с описательным инструментарием: изучая вспышки болезни, они прибегали к классификации, а не к расчетам. Но Росс настаивал на том, что процессы, лежащие в основе эпидемий, нужно анализировать количественными методами. «По сути, эпидемиология – это предмет математического анализа, – писал он в 1911 году. – И в ней было бы меньше нелепых ошибок (например, в отношении малярии), если бы больше внимания уделялось ее математическому изучению»<sup>35</sup>.

Прошло еще много лет, прежде чем меры регулирования численности комаров получили широкое применение. Росс не дожил до тех времен, когда заболеваемость малярией существенно снизилась: в Англии болезнь существовала вплоть до 1950-х годов, а в континентальной Европе была побеждена только в 1975 году<sup>36</sup>. Его идеи постепенно находили понимание, но Росс жаловался, что процесс идет медленно. «Миру требуется не меньше десяти лет, чтобы понять новую идею, – писал он, – какой бы важной или простой она ни была».

Со временем к Россу присоединились другие. Одним из участников экспедиции 1901 года в Сьерра-Леоне был молодой врач из Глазго Андерсон Маккендрик. Он получил высокие баллы на экзаменах Индийской медицинской службы и после поездки в Сьерра-Леоне должен был отправиться в Индию<sup>37</sup>. На обратном пути в Британию Маккендрик и Росс долго беседовали о математических аспектах эпидемий. В последующие годы они продолжали обмениваться идеями. В конце концов Маккендрик в достаточной степени овладел математикой, чтобы попытаться развить анализ Росса. «Прочел вашу работу, – писал он Россу в августе 1911 года. – Я пытаюсь прийти к тем же выводам с помощью дифференциальных уравнений, но это очень трудная задача, и мне приходится расширять свои познания в математике в новых направлениях. Не уверен, что смогу получить то, чего хочу, но “следует пробовать даже то, что может казаться невозможным”»<sup>38</sup>.

---

<sup>35</sup> Ross R., 'The Mathematics of Malaria', The British Medical Journal, 1911.

<sup>36</sup> Reiter P., 'From Shakespeare to Defoe: Malaria in England in the Little Ice Age', Emerging Infectious Diseases, 2000.

<sup>37</sup> Биографические данные Маккендрика взяты из Gani J., 'Anderson Gray McKendrick', StatProb: The Encyclopedia Sponsored by Statistics and Probability Societies.

<sup>38</sup> Письмо GB 0809 Ross/106/28/60. Courtesy, Library & Archives Service, London School of Hygiene & Tropical Medicine.

Маккендрик подвергся резкой критике со стороны статистиков, в том числе Карла Пирсона, который опирался исключительно на описательный анализ и отвергал механистические методы Росса. «Сторонники Пирсона, как всегда, все смешали в кучу, – писал Маккендрик Россу, прочитав некорректный анализ малярийных эпидемий. – Я не испытываю симпатии ни к ним, ни к их методам»<sup>39</sup>. Традиционный описательный подход был и остается важной частью медицинской науки, но он мало помогает понять, как происходит процесс передачи инфекции. Маккендрик был убежден, что будущее анализа эпидемий за более динамичным способом мышления. Росс придерживался той же точки зрения. «Рано или поздно появится новая наука, – однажды сказал он Маккендрику. – Но сначала мы с вами должны отпереть дверь, чтобы затем в нее вошли все, кто этого захочет»<sup>40</sup>.

Летним вечером 1924 года во время эксперимента, который проводил Уильям Кермак, произошел взрыв, и едкая щелочь попала ему в глаза. Химик по образованию, Кермак изучал методы анализа спинномозговой жидкости. В тот вечер в лаборатории Королевского колледжа Эдинбурга он работал один. Ему пришлось два месяца провести в больнице, и после этого несчастного случая 26-летний Кермак полностью ослеп<sup>41</sup>.

Во время пребывания в больнице Кермак просил друзей и сиделок читать ему книги по математике. Понимая, что зрение к нему не вернется, он тренировался получать информацию другим путем. У него была превосходная память, и математические задачи он решал в уме. «Просто невероятно, как много он мог сделать, не имея возможности записать что-либо на бумаге», – восхищался его коллега Уильям Маккри.

Выписавшись из больницы, Кермак продолжил заниматься наукой, но переключился на другие области. Он оставил химические опыты и начал разрабатывать новые проекты. В частности, он работал над математическим обеспечением исследований вместе с Андерсоном Маккендриком, который возглавил лабораторию в Эдинбурге. Проработав в Индийской медицинской службе два десятка лет, в 1920 году Маккендрик уволился и вместе с семьей переехал в Шотландию.

Кермак и Маккендрик развивали идеи Росса, пытаясь применить их к эпидемиям в целом. Они сосредоточились на одном из главных вопросов в изучении болезней: что приводит к окончанию эпидемии? В то время существовало два популярных объяснения. Либо передача инфекции прекращалась потому, что не оставалось восприимчивых к ней людей, либо по мере распространения эпидемии патоген становился менее заразным. Как выяснилось, в большинстве случаев оба объяснения неверны<sup>42</sup>.

Как и Росс, Кермак и Маккендрик начали с разработки математической модели передачи болезни. Для простоты они предположили, что население перемешивается случайным образом. Подобно тому как это происходит при встряхивании камешков в сосуде, каждый человек в популяции обладает равными шансами встретиться с любым другим. В их модели эпидемия начиналась с определенного количества больных людей, а все остальные были восприимчивы к инфекции. После выздоровления человек приобретал иммунитет. Таким образом, всех людей в популяции можно разделить на три группы на основе их состояния:

---

© Ross Family.

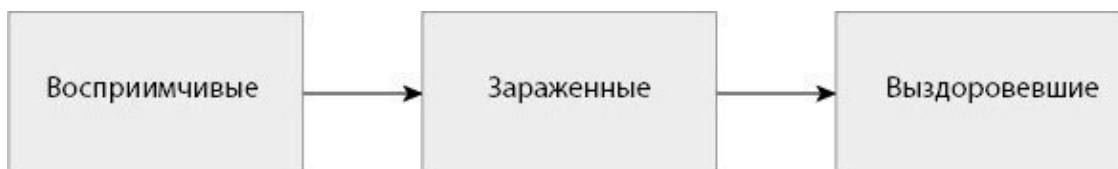
<sup>39</sup> Письмо GB 0809 Ross/106/28/112. Courtesy, Library & Archives Service, London School of Hygiene & Tropical Medicine.

© Ross Family.

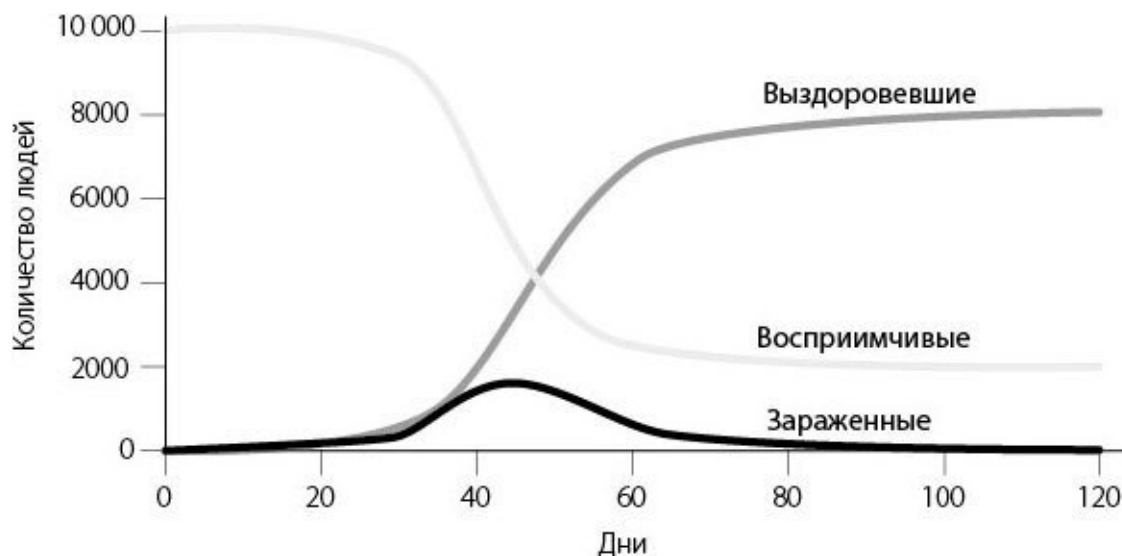
<sup>40</sup> Heesterbeek J.A., 'A Brief History of R0 and a Recipe for its Calculation', Acta Biotheoretica, 2002.

<sup>41</sup> Биографические данные Кермака взяты из Davidson J.N., 'William Ogilvy Kermack', Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, 1971; Coutinho S.C., 'A lost chapter in the pre-history of algebraic analysis: Whittaker on contact transformations', Archive for History of Exact Sciences, 2010.

<sup>42</sup> Kermack W.O. and McKendrick A.G., 'A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics', Proceedings of the Royal Society A, 1927.



Эту модель часто называют «моделью *SIR*» – по первым буквам названий групп (*англ. susceptible, infectious, recovered*). Предположим, в популяции численностью 10 тысяч человек один человек заболевает гриппом. Если мы смоделируем эпидемию гриппа с помощью модели *SIR*, то получим следующую кривую:

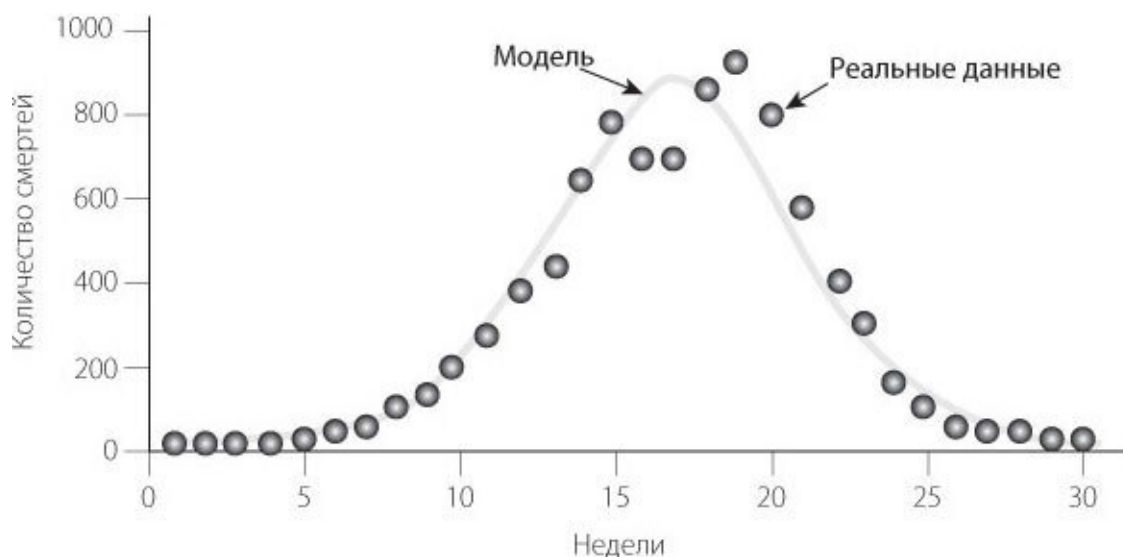


Модель *SIR* для эпидемии гриппа

Смоделированная здесь эпидемия развивается медленно, поскольку начинается с одного зараженного человека, но через 50 дней все равно достигает пика. Через 80 дней она практически заканчивается. Обратите внимание, что в конце эпидемии по-прежнему остается какое-то количество восприимчивых людей. Если бы заразились все 10 тысяч человек, то все они в конце концов попали бы в группу «Выздоровевшие». Модель Кермака и Маккендрика указывает на то, что этого не случится: вспышка заболевания может закончиться прежде, чем переболеют все до единого. «В общем случае эпидемия заканчивается раньше, чем заканчивается восприимчивое население», – писали они.

Почему заражаются не все? Все дело в переломе, который происходит в середине вспышки. На ранних этапах эпидемии восприимчивых людей много. В результате каждый день число новых зараженных превышает число выздоровевших, и эпидемия набирает обороты. Но со временем количество восприимчивых людей сокращается. Когда их становится достаточно мало, тенденция обращается вспять: ежедневно число выздоровевших превышает число зараженных, и эпидемия идет на спад. Еще остаются восприимчивые к инфекции люди, которые могут заразиться, но их немного, и у любого заболевшего больше шансов выздороветь, чем заразить кого-то еще.

Для иллюстрации этого эффекта Кермак и Маккендрик показали, как модель *SIR* воспроизводит динамику эпидемии чумы в Бомбее (ныне Мумбаи). В модели заразность патогена не меняется со временем; развитие и спад эпидемии зависят от меняющегося числа восприимчивых и зараженных.



*Эпидемия чумы в Бомбее в 1906 году: модель и реальные данные*

Перелом наступает на пике эпидемии. В этот момент людей с иммунитетом становится так много, а восприимчивых так мало, что эпидемия больше не может разрастаться. Поэтому тенденция меняется на противоположную, и начинается спад.

Когда в популяции набирается достаточное количество людей с иммунитетом, чтобы передача инфекции прекратилась, мы говорим о появлении стадного (коллективного) иммунитета. Этот термин предложил в начале XX века статистик Мейджор Гринвуд<sup>43</sup>. Ранее психологи уже использовали термин «стадный инстинкт», описывая поведение групп, члены которых действуют коллективно, а не как отдельные личности<sup>44</sup>. Аналогичным образом, наличие стадного иммунитета означает, что население в целом способно блокировать передачу инфекции несмотря на то, что отдельные люди остаются восприимчивыми к ней.

Концепция коллективного иммунитета обрела популярность несколько десятилетий спустя, когда стало ясно, что это мощное средство борьбы с болезнями. Во время эпидемии люди перестают быть восприимчивыми к инфекции естественным образом – по мере заражения. Но в случае со многими болезнями органы здравоохранения могут целенаправленно, путем вакцинации, выводить людей из группы восприимчивых. В свое время Росс предположил, что малярию можно победить, не уничтожая всех комаров; точно так же коллективный иммунитет позволяет остановить распространение инфекции без необходимости вакцинировать все население. Есть категории людей, которых нельзя вакцинировать: это, например, новорожденные младенцы и люди с ослабленной иммунной системой, – но благодаря коллективному иммунитету привитые люди защищают не только себя, но и эти уязвимые группы<sup>45</sup>. А если болезнь можно контролировать с помощью вакцинации, значит, теоретически от нее можно избавиться навсегда. Вот почему концепция коллективного иммунитета занимает центральное место в теории эпидемий. «У этой концепции особая аура», – так однажды выразился эпидемиолог Пол Файн<sup>46</sup>.

Кермак и Маккендрик не только искали причины окончания эпидемий; их также интересовала относительная редкость вспышек. Анализируя свою модель, они обнаружили, что процесс передачи инфекции крайне чувствителен к небольшим изменениям в характери-

<sup>43</sup> Fine P.E.M., 'Herd Immunity: History, Theory, Practice', *Epidemiologic Reviews*, 1993; Farewell V. and Johnson T., 'Major Greenwood (1880–1949): a biographical and bibliographical study', *Statistics in Medicine*, 2015.

<sup>44</sup> Dudley S.F., 'Herds and Individuals', *Public Health*, 1928.

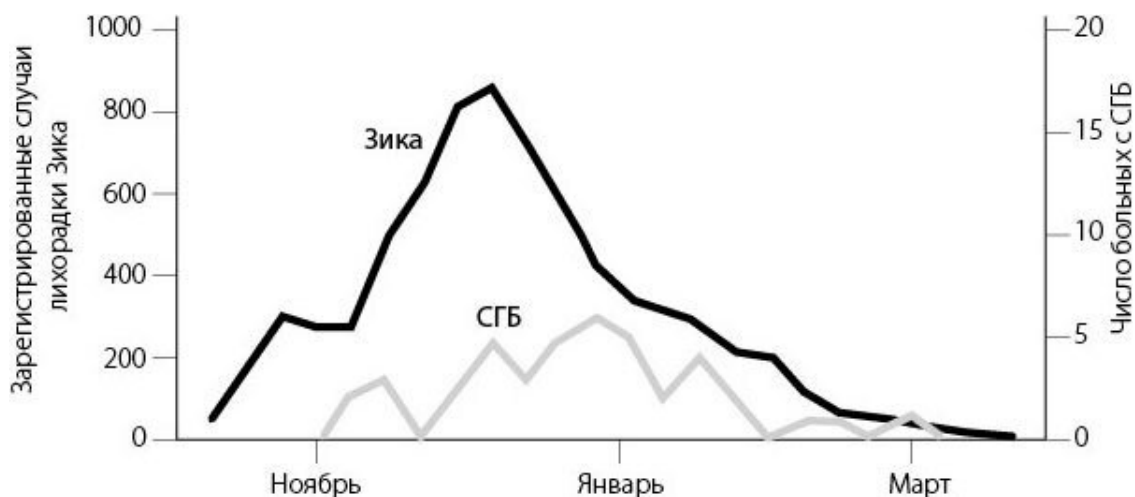
<sup>45</sup> Hendrix K.S. et al., 'Ethics and Childhood Vaccination Policy in the United States', *American Journal of Public Health*, 2016.

<sup>46</sup> Fine P.E.M., 'Herd Immunity: History, Theory, Practice', *Epidemiologic Reviews*, 1993.

ках патогена или популяции людей. Это объясняет, почему масштабные эпидемии появляются словно из ниоткуда. Согласно модели *SIR*, для вспышки заболевания нужны три условия: достаточно заразный патоген, большое количество контактов между разными людьми и достаточное число восприимчивых людей в популяции. Вблизи критического порога коллективного иммунитета небольшое изменение одного из этих факторов может определить разницу между несколькими случаями заболевания и масштабной эпидемией.

Первая зарегистрированная вспышка лихорадки Зика началась на острове Яп в Микронезии в начале 2007 года. До этого было известно только о 14 случаях заражения людей вирусом Зика – в Уганде, Нигерии и Сенегале. Но вспышка болезни на острове Яп была другой. Она была совершенно неожиданной и носила взрывной характер: заразилась большая часть населения. Очевидно, для малоизученного вируса из тропического леса начиналась новая эпоха. «Руководители органов здравоохранения должны знать о риске дальнейшего распространения вируса Зика», – заключили эпидемиолог Марк Даффи и его коллеги в докладе об эпидемии<sup>47</sup>.

На острове Яп вирус Зика скорее вызывал любопытство, чем воспринимался как серьезная угроза. У многих людей наблюдались лихорадка и сыпь, но госпитализировать никого не пришлось. Ситуация изменилась, когда в конце 2013 года вирус пришел на более крупные острова Французской Полинезии. Во время вспышки в главную городскую больницу Папезте на северном побережье Таити попали 42 человека с синдромом Гийена – Барре. Случаи СГБ стали регистрироваться несколько позднее, чем началась вспышка лихорадки Зика, что соответствовало нашим ожиданиям: синдром проявляется через пару недель после заражения. Гипотеза о возможной связи с вирусом подтвердилась, когда местная исследовательница Ван-Маи Као-Лормо и ее коллеги выяснили, что почти все пациенты с СГБ недавно были инфицированы вирусом Зика<sup>48</sup>.



*Заболеемость лихорадкой Зика и синдромом Гийена – Барре во Французской Полинезии в 2013–2014 годах*

*По данным Министерства здравоохранения Французской Полинезии<sup>49</sup>*

<sup>47</sup> Duffy M.R. et al., 'Zika Virus Outbreak on Yap Island, Federated States of Micronesia' NEJM, 2009.

<sup>48</sup> Mallet H.-P. et al., 'Bilan de l'épidémie à virus Zika survenue en Polynésie française, 2013–2014', Bulletin d'information sanitaires, épidémiologiques et statistiques, 2015.

<sup>49</sup> Cao-Lormeau V.M. et al., 'Guillain-Barré Syndrome outbreak associated with Zika virus infection in French Polynesia: a casecontrol study', The Lancet, 2016.

Как и на острове Яп, эпидемия во Французской Полинезии была масштабной – заразилось большинство населения. И вновь вспышка оказалась очень короткой: большинство новых случаев заражения отмечалось в первые несколько недель. Поскольку в 2014–2015 годах наша группа разрабатывала математические модели для анализа лихорадки денге на островах Тихого океана, мы решили заодно заняться и вирусом Зика. Если малярию переносят одноцветные комары *Anopheles*, которые могут летать на дальние расстояния, то переносчики лихорадки денге и вируса Зика, комары *Aedes*, обладают двумя особенностями: полосками на теле и ленью (*aedes* переводится с латыни как «дом»). Поэтому инфекцию за них распространяют люди, перемещаясь из одного места в другое<sup>50</sup>.

Попытавшись получить модели, воспроизводящие динамику эпидемии лихорадки Зика во Французской Полинезии, мы поняли, что для такого взрывного роста требуется высокая скорость распространения, как у лихорадки денге<sup>51</sup>. Непродолжительность вспышки показала нам еще более странной, когда мы учли задержки в процессе заражения. В каждом цикле передачи инфекции вирус должен был перейти от человека к комару, а от него – к другому человеку.

Анализируя скорость передачи вируса во Французской Полинезии, мы также оценили, сколько людей уже было заражено в октябре 2013 года, когда стало известно о первых случаях. Наша модель строилась на предположении, что к тому моменту было заражено несколько сотен человек; а это значило, что вирус попал в страну на несколько недель или даже месяцев раньше. Этот вывод был связан с другой загадкой: как вирус Зика добрался до Латинской Америки? После выявления первых случаев в Бразилии в мае 2015 года возникло множество предположений о том, когда именно вирус попал на континент и кто его принес. Наша первоначальная гипотеза указывала на чемпионат мира по футболу, проходивший в Бразилии в июне – июле 2014 года и собравший более трех миллионов футбольных болельщиков со всего света. Другим вариантом был чемпионат по спринтерским гонкам на каноэ в Рио-де-Жанейро в августе 2014 года. В отличие от футбольного чемпионата в этом менее масштабном спортивном мероприятии участвовала команда из Французской Полинезии. Какое же объяснение было более правдоподобным?

По мнению эволюционного биолога Нуно Фариа и его коллег, обе гипотезы были недостаточно убедительны<sup>52</sup>. Изучив генетическое разнообразие вирусов Зика, циркулировавших в Латинской Америке до 2016 года, исследователи пришли к выводу, что первые заражения произошли гораздо раньше, чем считалось. Вероятно, вирус попал на континент в середине или в конце 2013 года. Слишком рано для гонок на каноэ или чемпионата мира по футболу – зато в июне 2013 года проходил Кубок конфедераций, региональный футбольный турнир среди национальных сборных. Более того, в нем участвовала сборная Французской Полинезии.

У этой теории был всего один недостаток: Кубок конфедераций состоялся за пять месяцев до первых сообщений о лихорадке Зика во Французской Полинезии. Но если на островах эпидемия началась раньше октября 2013 года – на что указывал наш анализ, – то вполне возможно, что вирус попал в Латинскую Америку именно тем летом. (Разумеется, не стоит фанатично пытаться связать вирус Зика со спортивными состязаниями: не исключено, что болезнь привез случайный человек, прилетевший в Бразилию в 2013 году.)

Анализируя прошедшие эпидемии, мы можем использовать математические модели, чтобы попытаться предсказать будущее. Это было бы особенно полезно для органов здравоохранения, которым приходится принимать непростые решения во время вспышек заболева-

---

<sup>50</sup> Stoddard S.T. et al., 'House-to-house human movement drives dengue virus transmission', PNAS, 2012.

<sup>51</sup> Kucharski A.J. et al., 'Transmission Dynamics of Zika Virus in Island Populations: A Modelling Analysis of the 2013–2014 French Polynesia Outbreak', PLOS Neglected Tropical Diseases, 2016.

<sup>52</sup> Faria N.R. et al., 'Zika virus in the Americas: Early epidemiological and genetic findings', Science, 2016.

ний. Одна из таких проблем возникла в декабре 2015 года, когда вирус Зика добрался до острова Мартиника в Карибском море. Возникли серьезные опасения, что остров не справится с СГБ: если у пациентов начнут отказывать легкие, им потребуется искусственная вентиляция. В то время на Мартинике было всего восемь аппаратов ИВЛ – на 380 тысяч человек. Хватит ли их?

Чтобы это выяснить, исследователи из Института Пастера в Париже разработали модель передачи вируса Зика на острове<sup>53</sup>. В первую очередь их интересовала общая форма кривой. Пациенты с СГБ, которым требуется искусственная вентиляция легких, обычно проводят под аппаратом ИВЛ несколько недель, а потому непродолжительная вспышка с высоким пиком могла перегрузить систему здравоохранения, тогда как при более долгой эпидемии с плоской кривой этого бы не произошло. В самом начале вспышки на Мартинике случаев заражения было немного, поэтому исследователи в качестве исходных данных взяли статистику Французской Полинезии. Из 42 пациентов с СГБ, зарегистрированных в 2013–2014 годах, искусственная вентиляция легких потребовалась двенадцати. Согласно модели ученых из Института Пастера, это указывало на возможную проблему. Если эпидемия на Мартинике будет развиваться по тому же сценарию, что и во Французской Полинезии, острову может потребоваться девять аппаратов ИВЛ – на один больше, чем есть.

К счастью, эпидемия на Мартинике развивалась иначе. Когда пришли новые данные, стало ясно, что вирус распространяется медленнее, чем во Французской Полинезии. Исследователи подсчитали, что на пике эпидемии пациентам с СГБ потребуется всего три аппарата ИВЛ. По их оценке, даже при худшем сценарии хватило бы семи штук. Вывод оказался верным: на пике эпидемии искусственная вентиляция легких потребовалась пяти пациентам с СГБ. Всего больных с СГБ было тридцать, и двое из них умерли. Без необходимого медицинского оборудования смертность оказалась бы гораздо выше<sup>54</sup>.

Эти исследования эпидемий, вызванных вирусом Зика, – пример того, как методы Росса повлияли на наше понимание инфекционных болезней. В настоящее время механистические модели, позволяющие предсказывать форму кривой и оценивать эффективность контрольных мер, стали основой для изучения эпидемий. Исследователи прибегают к моделям, чтобы помочь органам здравоохранения реагировать на эпидемии самых разных болезней, от малярии и вируса Зика до ВИЧ и Эболы, во всех уголках мира, от затерянных в океане островов до зон боевых действий.

Вне всяких сомнений, Росс был бы рад, увидев, какое признание получили его идеи. За открытие того, как малярия передается через комаров, его наградили Нобелевской премией, однако он не считал это своим самым большим достижением. «Своей главной работой я считаю выявление общих законов эпидемий», – писал Росс<sup>55</sup>. И он имел в виду не только эпидемии болезней.

---

<sup>53</sup> Andronico A. et al., 'Real-Time Assessment of Health-Care Requirements During the Zika Virus Epidemic in Martinique', *American Journal of Epidemiology*, 2017.

<sup>54</sup> Rozé B. et al., 'Guillain-Barré Syndrome Associated With Zika Virus Infection in Martinique in 2016: A Prospective Study', *Clinical Infectious Diseases*, 2017.

<sup>55</sup> Fine P.E.M., 'Ross's a priori Pathometry – a Perspective', *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 1975.

## **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.