



# Содержание

Вступительное слово .....	9
Предисловие к изданию на русском языке .....	10
Предисловие к изданию на английском языке .....	12
Список сокращений и условных обозначений .....	16
<b>1. Введение .....</b>	<b>17</b>
<b>2. Как распространяется коронавирус? .....</b>	<b>24</b>
Сколько времени проходит до появления симптомов? .....	26
Сколько людей может заразить вирус? .....	27
Как быстро вирус распространяется в популяции?.....	27
Сколько людей умрут от болезни?.....	30
Какой может быть тяжесть заболевания?.....	34
Что такое «сглаживание кривой» и почему это важно?.....	35
Что такое коллективный иммунитет? .....	37
<b>3. Что представляет собой коронавирус? .....</b>	<b>41</b>
Что такое вирус?.....	42
Что представляют собой коронавирусы? .....	44
Где встречаются коронавирусы? .....	46
Какова структура коронавируса? .....	47
Как коронавирус проникает в клетки и размножается там? .....	53
Как новые частицы коронавируса покидают зараженную клетку? .....	54
<b>4. Как меняется коронавирус? .....</b>	<b>56</b>
Что такое мутация? .....	57
Что такое рекомбинация? .....	61
Как мы можем проследить происхождение SARS-CoV-2? ...	64

<b>5. Как началась и развивалась эпидемия COVID-19?.....</b>	<b>69</b>
Что такое SARS-CoV-2 и что такое COVID-19? .....	70
Где появились первые сообщения о SARS-CoV-2? .....	72
Откуда он взялся? .....	73
Как он связан с другими коронавирусами?.....	76
Как он проникает в клетки человека?.....	79
Как он распространяется? .....	81
Каковы клинические характеристики? .....	82
Насколько он смертелен? .....	83
Влияют ли на смертность возраст, пол и наличие других заболеваний? .....	87
Заражает ли вирус детей?.....	88
Как быстро распространяется вирус? .....	89
Растет ли многообразие форм коронавируса? .....	90
<b>6. Что представляет собой эпидемия COVID-19 в сравнении со вспышкой SARS в 2003 г.? .....</b>	<b>92</b>
Как началась вспышка SARS? .....	93
Откуда появился вирус SARS? .....	95
Были ли при этом суперраспространители инфекции?.....	98
Каковы клинические характеристики SARS и можно ли сравнивать его с COVID-19? .....	99
Чем отличаются SARS-CoV и SARS-CoV-2 и заболевания, которые они вызывают? .....	101
Как исчез SARS?.....	102
Почему SARS-CoV-2 смог распространяться, когда SARS-CoV был взят под контроль? .....	102
<b>7. Можно ли сравнить эпидемию COVID-19 с сезонными вспышками и пандемиями гриппа? .....</b>	<b>104</b>
Родственен ли вирус гриппа коронавирусам? .....	105
Что такое пандемия гриппа?.....	106
Что такое сезонный грипп? .....	112
Как вирус гриппа передается и вызывает заболевание? .....	114
Сравнение вируса гриппа и вызываемого им заболевания с SARS-CoV-2 и COVID-19 .....	114

Чему научили нас меры общественного здравоохранения, которые использовались в ходе пандемии гриппа в 1918 г.?	116
<b>8. Есть ли возможности лечения?</b>	118
Как диагностируется инфекция, вызванная вирусом?	118
Как лечат инфекции?	121
Есть ли какие-то лекарственные средства, которые используются для лечения коронавирусных инфекций? ...	122
Есть ли вакцины против коронавирусов?	124
Выводы	129
Краткое изложение распространенных ложных представлений	134
Обновления в печати	138
Дополнительная литература	141
Сведения об источниках рисунков и цитат	151
Предметный указатель	154

# 1. Введение

Единственное, что всерьез угрожает господству человека на планете, — это вирус.

*Джошуа Ледерберг (Joshua Lederberg)*

Вирусы населяют промежуток между живым и неживым — молекулами, которые способны воспроизводить себя, и теми, которые этого не могут. Природная организация и свойства вирусов...

*Арнольд Левин (Arnold Levine)*

В конце декабря 2019 г. появились сообщения о вспышке пневмонии неизвестного происхождения в Ухане, городе в провинции Хубэй в Китае. У пациентов отмечались высокая температура тела и затрудненное дыхание. Большинство случаев были связаны с оптовым рынком морепродуктов Хуанань, где, помимо морепродуктов, продавали также разнообразных живых животных. Другие случаи инфекции наблюдались у людей, которые 23–27 декабря останавливались в расположенном рядом отеле. Все тесты, проведенные Китайским центром по контролю и профилактике заболеваний на известные вирусы и бактерии, были отрицательными, что говорило о наличии неизвестного ранее патогена. Был выделен новый вирус и секвенирован его геном, который оказался сходен с SARS-подобными коронавирусами, найденными у летучих мышей. Несмотря на значительное сходство с вирусом, вызвавшим тяжелый острый респираторный синдром (SARS) в 2003 г., он достаточно отличался от него, чтобы рассматриваться как новый, заражающий человека коронавирус. Кластеры зараженных семей вместе с передачей инфекции в медицинских учреждениях говорили о способности вируса передаваться от человека к человеку. Через месяц, к началу февраля 2020 г., вирус был обнаружен в не-

скольких странах мира, и 11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила о его глобальной пандемии. Вызванное новым коронавирусом заболевание получило название «коронавирусное заболевание-19», или COVID-19.

Быстрое развитие событий вызвало значительное смятение. Взгляды и убеждения населения резко поляризовались — от полного отрицания до серьезной озабоченности и паники, копируя разнородные комментарии и действия властей и средств массовой информации. После объявления пандемии и первых серьезных вспышек в Ухане, Северной Италии, Испании и Иране стало ясно, что появление этого вируса — серьезная угроза, которая может привести к значительной перегрузке систем здравоохранения. К концу марта 2020 г. США, Великобритания, Индия и большинство европейских стран сообщили о растущем количестве случаев заболевания и смертей и ввели у себя целый ряд мер в области общественного здравоохранения, включая режим изоляции. Среди многого другого, крайне негативно влияют на экономику запрет на международные передвижения, рыночная неопределенность и значительное снижение спроса на товары и их производство.

К сожалению, смятение первых нескольких месяцев пандемии привело к появлению множества мифов, огромному объему незначущей информации и конспирологическим теориям, которые распространялись в Интернете быстрее, чем вирус — по миру. При попытке осмыслить ситуацию и связно изложить все обрушивающиеся на нас данные возникает целый ряд вопросов: о природе вируса и заболевании, которое он вызывает, о том, как он меняется, и о будущем. Эта книга отвечает на некоторые из таких вопросов. Я решил построить ее в форме диалога, простых вопросов и ответов. Большинство этих вопросов задавали родные, друзья и коллеги.

Книга предназначена для обычного читателя, с минимальными познаниями в биологии, вирусологии, эпидемиологии или медицине в целом. Я пытался сделать главы самостоятельными, и их можно читать в любом порядке, хотя я рекомендую про-

честь сначала первые четыре, чтобы лучше понять биологические и эпидемиологические концепции, которые обсуждаются в главах о конкретных вирусах и вызванных ими вспышках. Поскольку эта книга представляет собой краткое введение в данный вопрос, в ней пропущены некоторые важные детали. Для того чтобы компенсировать поверхностное освещение некоторых тем, в конце книги приводится список рекомендуемого для чтения материала, который поможет заинтересованному читателю глубже разобраться в конкретных темах. Это подборка недавних научных журнальных статей более общего характера из учебных пособий. Интересующийся читатель может ориентироваться на эти работы. Приношу свои извинения тем исследователям, чью работу я не смог обсудить или упомянуть вследствие вводного характера этой книги.

Вирусы — это паразитические организмы, которые пробуждают наши глубочайшие страхи. Буквально всю историю человечества пронизывают постоянные опустошающие эффекты инфекционных заболеваний, и вирусы играют в этом одну из главнейших ролей. Черная оспа убивала одного из каждых трех заразившихся и в прошлом столетии стала причиной примерно 300 млн смертей. Печально знаменитая «испанка», пандемия гриппа в 1918 г., потрясла мир своим быстрым распространением, перед которым пали системы здравоохранения, и своей свирепостью, с которой она косила молодых взрослых людей. Вирус иммунодефицита человека в 1980-х гг. поражал молодое в ту пору поколение и угрожал быстро развивающемуся обществу. Ротавирусная инфекция, которую можно предотвратить вакцинацией, — одна из самых частых причин диареи у маленьких детей и убивает более 100 000 детей ежегодно. Легко вспоминаются и многие другие примеры, как недавние, так и из более давней истории.

Когда появляется возбудитель инфекционного заболевания, нам хочется понять и количественно оценить, как он распространяется, как влияет на население и как можно оценить эффективность различных мер общественного здравоохранения.

С быстрым распространением вируса, вызывающего COVID-19, по миру мы видели и испытали на себе жесткие меры общественного здравоохранения, которые резко изменили нашу социальную жизнь, и наблюдали быстрый рост числа случаев заболевания и смертей, связанных с ним. В главе 2 излагаются основные концепции эпидемиологии — науки, посвященной распространению заболеваний и различным мерам контроля.

Что мы знаем о вирусе, вызывающем COVID-19? Коронавирусная инфекция, или COVID-19, вызывается коронавирусом SARS типа 2, или SARS-CoV-2. Глава 3 посвящена вирусам и, в частности, коронавирусам. Вирусы — это наиболее распространенные организмы на Земле, они присутствуют на поверхности планеты везде. Лишь очень малая их часть взаимодействует с человеком, и лишь малая доля тех, что взаимодействуют, является патогенной. Однако именно патогенные вирусы привлекают к себе почти все внимание научного сообщества. Коронавирусы представляют собой один из типов вирусов, которые встречаются у млекопитающих и птиц. Некоторые коронавирусы вызывают заболевания человека, но большинство их заражает другие виды, например, летучих мышей, без видимых проявлений заболевания. Четыре коронавируса часто встречаются у человека и вызывают типичные симптомы простуды. Другие могут вызывать тяжелые заболевания, например, бронхит у кур или диарею у свиней. Некоторые, как мы видели в случае вируса, вызывающего COVID-19, могут вызвать тяжелое заболевание у человека. Возникает множество вопросов. Это новый вирус? Откуда он взялся? Как он связан с другими коронавирусами? В главе 3 этой книги я излагаю некоторые основные представления о том, что такое вирусы, и отдельно описываю коронавирусы. Я рассказываю о разных типах коронавирусов и о том, где их можно найти. Все коронавирусы обладают сходной, очень характерной структурой. Я также вкратце объясняю, как они проникают в зараженные клетки и как покидают их.

Как коронавирус, вызывающий COVID-19, заражает человека и передается от человека к человеку? Для того чтобы отве-



тить на этот вопрос, нам нужно понимать, как эволюционируют вирусы. Вирусы — это самые крошечные и быстро эволюционирующие организмы, известные нам. Изменения в вирусных геномах происходят почти постоянно. Все изменения вирусов можно прочесть в их крошечных геномах, которые хранят всю информацию о вирусе и его истории. Чтение этого генома похоже на чтение книги по истории, где главные герои — это вирусы. Там записана не только история — по геному можно понять, каковы правила, в соответствии с которыми происходят изменения. Недавний прогресс в геномных технологиях позволил быстро секвенировать вирусные геномы, и наблюдать за их изменениями можно почти в реальном времени. По мере того как вирус, вызывающий COVID-19, распространяется по миру, мы сможем следить за его историей, читая геномы вирусов, собранных в разных регионах мира.

В главе 4 описываются два главных механизма мутаций, которые лежат в основе эволюции коронавирусов. Первый из них — так называемая неточность механизмов репликации. Попав в клетку, вирус производит десятки тысяч копий себя. Но эти копии иногда (часто) несовершенны, с небольшими отклонениями от оригинала. Во многих случаях эти изменения приводят к дефектной копии вируса. Но иногда новый вирус может приобрести новые способности, которые полезны для него, например, способность проникать в новый тип клеток или избегать узнавания иммунной системой организма, который он заражает. Однако у коронавирусов преобладает даже более впечатляющий механизм изменений — рекомбинация. При рекомбинационном событии два разных вируса могут быстро обменяться генетическим материалом, тут же приобретая новые способности. Сочетание двух этих процессов — неточности репликации и рекомбинации — определяет характер эволюции коронавирусов. Мы поговорим об этих двух механизмах и о том, как их следы можно разглядеть в геномах вирусов.

Главы 2–4 описывают основы процесса появления вируса, вызывающего COVID-19, что обсуждается в главе 5. Используя

геномную информацию, мы сопоставляем геном нового вируса, SARS-CoV-2, с геномами других известных вирусов и с местами, где их можно обнаружить. Новый вирус родственен коронавирусу тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-CoV), который вызвал вспышку SARS в 2002–2003 гг., и многим другим вирусам, которые встречаются у других видов, в основном у летучих мышей. Я излагаю первые известные события в истории этой вспышки, то, как впервые было выявлено заболевание и как развивалась ситуация. После этого я рассматриваю вызванное вирусом заболевание — COVID-19 и его симптомы и то, как именно вирус вызывает заболевание и смерть. Некоторое внимание уделено демографическим характеристикам популяций риска, почему вирус чаще поражает мужчин, чем женщин, и тому, как он влияет на детей.

Глава 6 посвящена вспышке заболевания, произошедшей в 2002–2003 гг., и вызванной одним из ближайших родственников вируса, вызывающего COVID-19. Это была вспышка SARS (или ТОРС — тяжелого острого респираторного синдрома), а вызвал его коронавирус SARS, близкий родственник SARS-CoV-2. В этом семействе есть только два вируса, которые вызывали вспышки инфекции у человека. Между вспышкой SARS в 2002–2003 гг. и вспышкой COVID-19 в 2019–2020 гг. есть выраженное сходство. Два вируса имеют много общего в своих генах, в типах клеток, которые они заражают, в том, как они проникают в клетки, и в том, как они взаимодействуют с аппаратом клетки и с иммунной системой. Неудивительно, что вызванные этими двумя вирусами заболевания тоже обладают сходными чертами. Для нас интереснее то, что мы можем многое узнать о новом вирусе, вызывающем COVID-19, из работы, проведенной учеными, исследовавшими вирус, являвшийся возбудителем SARS. Основы биологии и полученные в клинических условиях данные по родственным вирусам могут помочь ускорить поиск потенциальных методов лечения COVID-19.

Глава 7 — белая ворона в данной книге. Она о вирусе, но не о коронавирусе. Скорее, она о вирусе, который широко исполь-

зуется для сравнений, — о вирусе гриппа. Элементы для сравнения очевидны. Вирус вызывает респираторные заболевания, распространяется через поверхности и воздушно-капельным путем при кашле и чиханье и вызывает тяжелое заболевание у пожилых людей. Это общие с COVID-19 черты. Но во многих других аспектах SARS-CoV-2 и вирус гриппа сильно отличаются, как и вызванные ими болезни, а также их тяжесть. Важнее всего, что при сезонном гриппе у населения есть, по крайней мере, частичный иммунитет, и у нас есть вакцины и препараты для лечения именно гриппа. О COVID-19 ничего этого сказать нельзя. Отсутствие иммунитета к вирусу, вызывающему COVID-19, застало незащищенное население врасплох, что привело к резкому росту числа случаев, и это поставило системы здравоохранения на грань коллапса. Такие быстрые, неожиданные атаки случались раньше при пандемиях гриппа, особенно в ходе знаменитой пандемии «испанки» в 1918 г. В 1918 г. не было известно, что болезнь вызывает вирус, а часть мира все еще была охвачена опустошительной войной. Этот вирус, однако, не был коронавирусом, а болезнь затронула в большей степени молодые группы населения, и системы здравоохранения сильно отличались от нынешней ситуации. Тем не менее полезно сравнить некоторые исторические события в ходе эпидемии «испанки» в 1918 г. с пандемией COVID-19 в 2020 г., например, то, как разные регионы мира пытались справиться с немыслимым ростом числа случаев заболевания.

Последняя глава посвящена тестированию и перспективам в области лечения и создания вакцин. На момент написания этой книги нет ни специфичных препаратов, которые могут резко сократить смертность, ни вакцин, но есть целый ряд идей в этой области. Многие из этих идей восходят к вспышке SARS в 2002–2003 гг., но, поскольку к июлю 2003 г. эта вспышка была взята под контроль, в клинической обстановке их не проверяли. Быстрая эволюция COVID-19 ускорила проверку многих из этих подходов и привела также к появлению и быстрому внедрению новых идей в области методов лечения и вакцинации.