

УДК 025.85:614.48  
ББК 78.359.32

# Естественное ослабление коронавируса SARS-CoV-2 как метод обеззараживания: на примере пятнадцати библиотечных и архивных материалов

**Аннотация.** Обобщаются различные данные и результаты исследований с учетом актуальных научных знаний о коронавирусной инфекции COVID-19. Материал подготовлен на основе данных продолжающегося исследовательского проекта в области COVID-19, результаты которого представлены на платформе WebJunction, созданной в 2002 г. в рамках исследовательского направления OCLC Research; приводится исключительно в ознакомительных целях, поэтому читателям следует руководствоваться в первую очередь федеральными, региональными и местными рекомендациями. Авторы, спонсоры и исследователи не несут ответственности за любой ущерб, возникший в результате использования или каких-либо действий, основанных на данной информации, а также за любые ошибки или упущения в представленном документе.  
**Ключевые слова:** коронавирусная инфекция, SARS-CoV-2, COVID-19, исследование, карантин.

**В** условиях пандемии COVID-19 Институт музейного и библиотечного обслуживания (IMLS) и Онлайн-ый компьютерный библиотечный центр (OCLC) совместно с Мемориальным институтом Баттеля работают над поиском и распространением научных данных, помогающих снизить риск передачи COVID-19 среди сотрудников и посетителей при оказании или получении музейных, библиотечных и архивных услуг. В рамках проекта REALM — Reopening Archives, Libraries, and Museums, посвященного возобновлению работы архивов, библиотек и музеев, особое внимание уделяется изучению жизнеспособности вируса SARS-CoV-2, вызывающего COVID-19, на различных поверхностях, а также методам уменьшения возможного воздействия. В представленном отчете описаны результаты первой, второй и третьей серий испытаний — Тест 1, Тест 2 и Тест 3.

На первом этапе проекта специалисты Мемориального института Баттеля изучили процессы есте-

ственного ослабления, чтобы выяснить, на какой именно срок следует помещать на карантин наиболее часто находящиеся в обращении библиотечные материалы перед повторным использованием. Результаты Теста 1 опубликованы 22 июня 2020 г. (<https://www.webjunction.org/news/webjunction/test1-results.html>), Теста 2 — 20 июля 2020 г. (<https://www.webjunction.org/news/webjunction/test2-results.html>), Теста 3 — 18 августа 2020 г. (<https://www.webjunction.org/news/webjunction/test3-results.html>).

## Материалы, использованные для тестирования

Тестирование проводилось путем нанесения вируса SARS-CoV-2 на различные материалы (табл. 1) в условиях стандартной комнатной температуры и влажности.

## Предметы и материалы, использованные для тестирования

Тестируемые предметы и материалы	Организации, предоставившие предметы и материалы
<b>Тест 1</b>	
Обложка книги в твердом переплете (коленкор)	Городская библиотечная система округа Колумбус (США)
Обложка книги в мягком переплете	
Лист простой бумаги внутри закрытой книги	
Переплетная крышка книги с пленкой (двухосно-ориентированная полиэфирная пленка)	
Футляр для DVD-диска (полипропилен)	
<b>Тест 2</b>	
Лист Брайлевской бумаги	Национальная библиотечная служба для слепых и инвалидов других категорий Библиотеки Конгресса США
Глянцевая страница книги	Городская библиотечная система округа Колумбус (США)
Страница журнала	
Детская картонная книга	
Архивная папка	Национальное управление архивов и документации США
<b>Тест 3</b>	
USB-носитель для «говорящих книг» (акрилонитрил-бутадиенстирол, особый состав)	Национальная библиотечная служба для слепых и инвалидов других категорий Библиотеки Конгресса США
Футляр для DVD-диска (поликарбонат)	Городская библиотечная система округа Колумбус, США
Пакет для хранения, гибкий пластик (полиэтилен низкой плотности, код переработки № 4), в том числе для упаковки в сувенирных магазинах	
Контейнер для хранения и транспортировки, жесткий пластик (полиэтилен высокой плотности, код переработки № 2)	
Оргстекло или плексиглас (акрил) для витрин, перегородок	Национальное управление архивов и документации США

Согласно полученным результатам Теста 1, вирус SARS-CoV-2 не был обнаружен на пяти изученных материалах после трех дней карантина. При обычных показателях температуры и от-

носительной влажности, характерных для любого кондиционированного рабочего помещения, создается среда, которая обеспечивает естественный распад SARS-CoV-2 после трех дней карантина.



*Рис. 1. Нанесение SARS-CoV-2 на различные материалы (Тест 1)*



*Рис. 2. Процесс сушки тестируемых материалов (Тест 1)*

Для Теста 2 образцы каждого материала инокулировали и поместили в закрытую книгу или журнал. Затем предметы были размещены таким образом, чтобы имитировать обычные условия хранения: сложенные или расставленные на полках книги, а также стопка папок или журналов (в ходе проведения предыдущего теста предметы не были сложены).

Согласно полученным результатам Теста 2, после двух дней карантина вирус SARS-CoV-2 уже не был обнаружен на сложенных архивных папках. После четырех дней карантина наличие вируса не было зафиксировано на сложенных

листах бумаги для брайлевской печати, глянцевых страницах и на картонной книге. На страницах журнала следовое количество вируса можно было обнаружить вплоть до четвертого дня. Наблюдения завершились на четвертый день.

Таким образом, условия стандартной комнатной температуры (20–23,9°C) и относительной влажности (30–50%) могут обеспечить среду для естественного ослабления SARS-CoV-2, присутствующего на архивных папках, после двух дней карантина, а на страницах книги — после четырех дней карантина. По сравнению с Тестом 1 результаты Теста 2 показывают:



*Рис. 3. Нанесение SARS-CoV-2 на страницу журнала (Тест 2). После инокуляции полоски-образцы вернули в документ, из которого они были взяты*



*Рис. 4. Нанесение SARS-CoV-2 на детскую картонную книгу (Тест 2). После инокуляции полоски-образцы вернули в документ, из которого они были взяты*

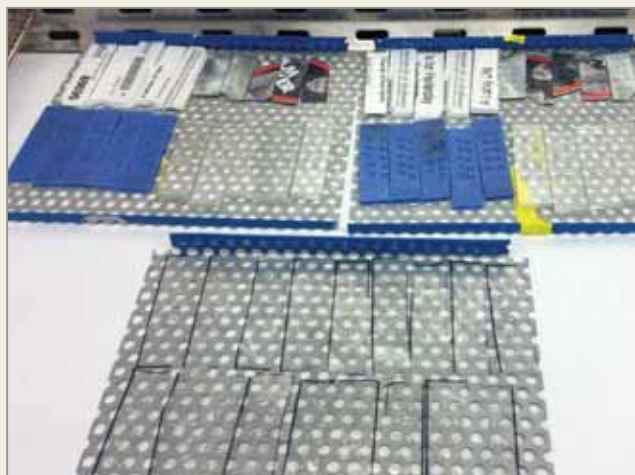


Рис. 5. Нанесение смеси SARS-CoV-2 на материалы Теста 3



Рис. 6. После инокуляции образцы поместили в камеру с установленными значениями температуры и относительной влажности

для данных материалов на основе целлюлозы может потребоваться более длительный срок карантина.

Согласно полученным результатам Теста 3, после пяти дней карантина вирус SARS-CoV-2 не был обнаружен на пакете для хранения (гибкий пластик) и футляре для DVD-диска. Однако на контейнере для хранения (жесткий пластик), оргстекле и USB-носителе вирус все еще можно было обнаружить спустя пять дней (пятый день был последним днем наблюдений). Новые данные указывают на то, что по сравнению с результатами Тестов 1 и 2 для материалов на основе пластика может потребоваться более длительный срок содержания на карантине при использовании естественного ослабления SARS-CoV-2 как метода обеззараживания. Таким образом, поскольку материалы не являются пористыми, использование жидких дезинфицирующих средств может обеспечить более быстрое обеззараживание, нежели карантин.

## Методика проведения тестирований

Библиотечные и архивные материалы не подвергались предварительной дезинфекции перед тестированием. Специалисты Мемориального института Баттеля вырастили клинический штамм вируса SARS-CoV-2, а затем осуществили анализ и тестирование с целью определения концентрации вируса. Все испытания проводились в лаборатории, имеющей уровень биологической безопасности BSL-3.

Из каждого исследуемого материала были вырезаны тестовые (N=5) и пустые (N=1) полоски-образцы (для каждой контрольной временной точки) размером 1,9 см × 7,6 см. Смесь SARS-CoV-2 нанесли в виде капель (10 капель по 10 мкл, т. е. всего 100 мкл) на каждый образец (рис. 1) и дали высохнуть в лабораторных условиях в шкафу биобезопасности (BSC) класса II (BSC-II) (рис. 2). После высыхания комплект образцов собрали и обработали (проба T0), а оставшиеся тестовые образцы переместили в шкаф BSC-III для поддержания желаемых условий окружающей среды  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  и относительной влажности (RH)  $40 \pm 10\%$ . Фактические условия варьировались: температура в среднем составила от  $21,9$  до  $22,9^\circ\text{C}$  (Тест 1),  $21,8 \pm 0,48^\circ\text{C}$  (Тест 2),  $21,9 \pm 0,61^\circ\text{C}$  (Тест 3); относительная влажность от  $41,3$  до  $50,0\%$  (Тест 1),  $42,8 \pm 1,89\%$  (Тест 2),  $37,4 \pm 0,92\%$  (Тест 3).

При проведении Теста 1 после сушки образцы, вырезанные из простой бумаги, убрали обратно в книгу, из которой они были извлечены, и книга была помещена для тестирования в камеру с контролируемой средой. Для Теста 2 после инокуляции и сушки все образцы убрали обратно в книги/журналы/папки, из которых они были ранее вырезаны (рис. 3, 4), и затем стопки с тестируемыми материалами поместили в камеру с контролируемой средой. Для Теста 3 полоски-образцы после инокуляции и сушки разместили на подставке из нержавеющей стали и поместили в камеру с контролируемой средой (рис. 5, 6).



В указанные временные точки тестовые образцы извлекали из шкафа и помещали в конические пробирки объемом 50 мл (оборудование компании Fisher Scientific, кат. № 14-959-49A, Waltham, MA, USA), экстрагировали с 10 мл среды для культивирования клеток (Dulbecco's Modified Eagle Medium, кат. № 10-010-CV, Corning, NY, USA) с добавлением 2%-ной фетальной сыворотки телят (серия Gibco, кат. № 10082147, Carlsbad, CA, USA) и пенициллина-стрептомицина (серия Gibco, кат. № 15140122), взбалтывали в шейкере на скорости 200 об/мин в течение 15 минут.

Во время процесса экстракции существует вероятность того, что химические вещества или адгезивы, присутствующие в тестируемых материалах, могут попасть в экстрагент. Данные химические вещества могут вызывать цитопатическое действие (ЦПД) на монослой культурных клеток. Поскольку монослой культурных клеток необходим для анализа на инфекционную дозу (TCID<sub>50</sub>) с целью определения объема инфекционного вируса, важно, чтобы в экстрагенте не было компонентов, помимо SARS-CoV-2, которые могут вызвать ЦПД, что приведет к ложноположительному результату (наличие инфекционного вируса).

Для уменьшения вероятности появления химически вызванного ЦПД экстракты центрифугировали в концентраторе (Spin-X UF Concentrator, кат. № CLS431491) до снижения начального объема с 10 мл до приблизительно 0,5 мл. Далее около 10 мл свежей культурной среды добавляли к концентрированному образцу (ретентату в Тесте 1 и экстракту в Тестах 2 и 3) с целью промывания и удаления любых остаточных химических веществ, далее их уравновесили до приблизительно 2 мл.

Предел количественного определения (ПКО) в представленном анализе составляет 13,1 единиц TCID<sub>50</sub>. Анализ не фиксирует количественные значения, находящиеся ниже установленного порога; однако качественную оценку наличия инфекции можно наблюдать при микроскопическом исследовании. Так, любым результатам, находящимся ниже ПКО, но показывающим при этом присутствие вируса, присваивалось значение 10 (положительный результат), чтобы отличить их от 0 (отрицательный результат).

Концентрат тестируемого образца анализировали в клетках Vero E6 (ATCC CRL-1586, Manassas, VA, USA), выдерживали в течение 72 ч при 37°C и 5% CO<sub>2</sub>, чашки для анализа TCID<sub>50</sub> наблюдали для ЦПД.

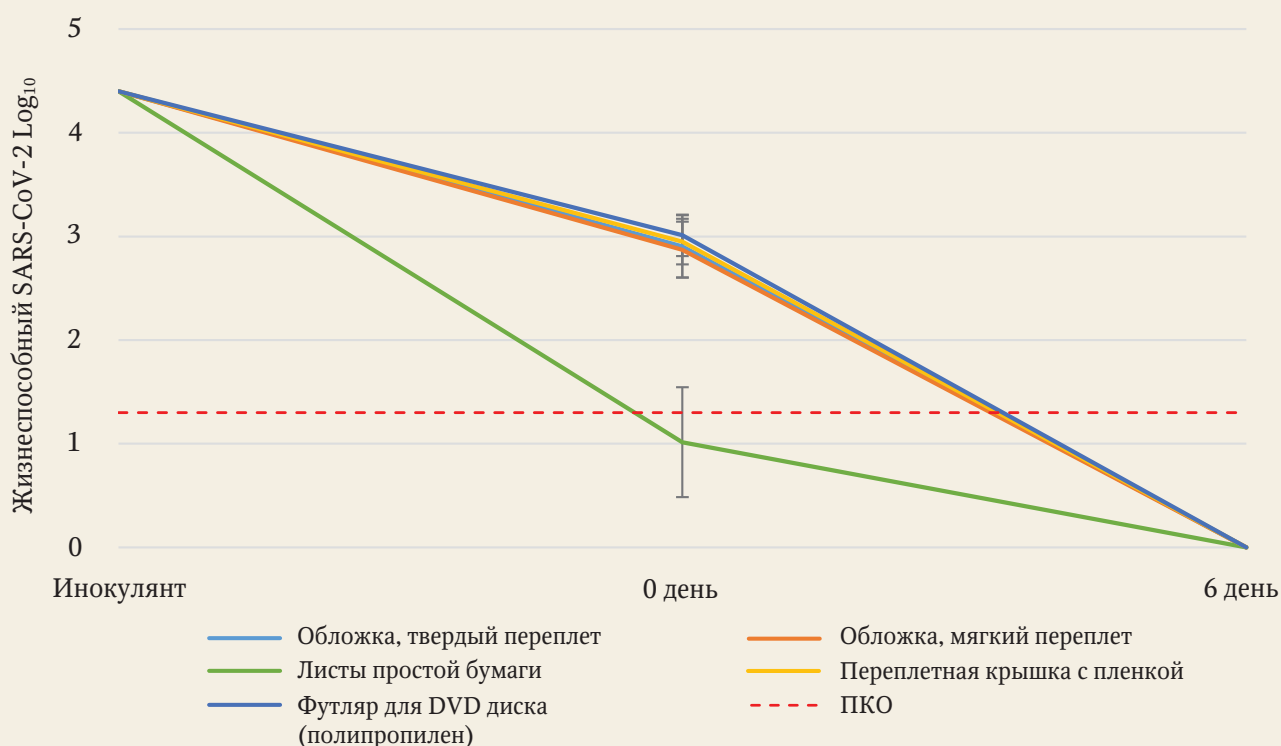


Рис. 7. Результаты Теста 1.1. Естественное ослабление SARS-CoV-2 на 6 день

## Результаты тестирования

При проведении Теста 1 первоначальная тестовая матрица (Тест 1.1) была предназначена для охвата трех временных точек (Т или день): Т<sub>6</sub>, Т<sub>9</sub> и Т<sub>12</sub>. В точке Т<sub>0</sub> на большинстве материалов отмечалось логарифмическое снижение от 1 до 1,5 единиц (рис. 7). Наибольшая скорость ослабления вируса отмечена на обычной бумаге, где значения опустились ниже ПКО, составляющего 13,1 ед. ТСID<sub>50</sub>. К шестому дню во всех образцах значения упали ниже уровня обнаружения для анализа, т. е. ЦПД не наблюдалось в неразбавленном экстракте, помещенном в клетки Vero E6.

Поскольку на шестой день вирус не обнаруживался, началось проведение Теста 1.2 для анализа материалов во временных точках Т<sub>0</sub>, Т<sub>1</sub>, Т<sub>3</sub> и Т<sub>4</sub>, чтобы получить более четкое представление о том, когда произошло его полное ослабление. Штамм вируса, использованный для Теста 1.2, имел более высокий изначальный титр, что привело к увеличению количества организмов на 1 log применительно к каждому тестируемому материалу. Аналогичное снижение от 1 до 1,5 log наблюдалось в процессе сушки/экстракции, однако увеличение титра привело к

повышению устойчивости вируса по сравнению с Тестом 1.1, особенно на листах простой бумаги (рис. 8). После одного дня ослабления вирус не был обнаружен (ниже уровня ПКО) ни на обложке книги в твердом переплете, ни на обложке книги в мягком переплете, ни на футляре для DVD-диска. К третьему дню ни на одной из пяти протестированных поверхностей вирус не был обнаружен.

Матрица Теста 2 охватывала пять временных точек: Т<sub>0</sub>, Т<sub>1</sub>, Т<sub>2</sub>, Т<sub>3</sub> и Т<sub>4</sub>. В точке Т<sub>0</sub> логарифмическое снижение составило от 2 до 4 единиц на всех материалах (табл. 2). После высыхания скорость ослабления вируса замедлилась, а затем, к четвертому дню, на всех материалах, кроме журналов, значения упали ниже уровня обнаружения для анализа (рис. 9), т. е. в неразбавленном экстракте, помещенном в клетки Vero, ЦПД не наблюдалось. Необнаруженные на третий день следы SARS-CoV-2 были вновь найдены на журнальных страницах на четвертый день. Однако следы вируса (ниже ПКО) обнаружили лишь на одном из пяти образцов, что указывает на низкий уровень устойчивости.

Матрица Теста 3 охватывала пять временных точек: Т<sub>0</sub>, Т<sub>2</sub>, Т<sub>3</sub>, Т<sub>4</sub> и Т<sub>5</sub>. В точке Т<sub>0</sub> на всех материалах отмечалось логарифмическое сни-

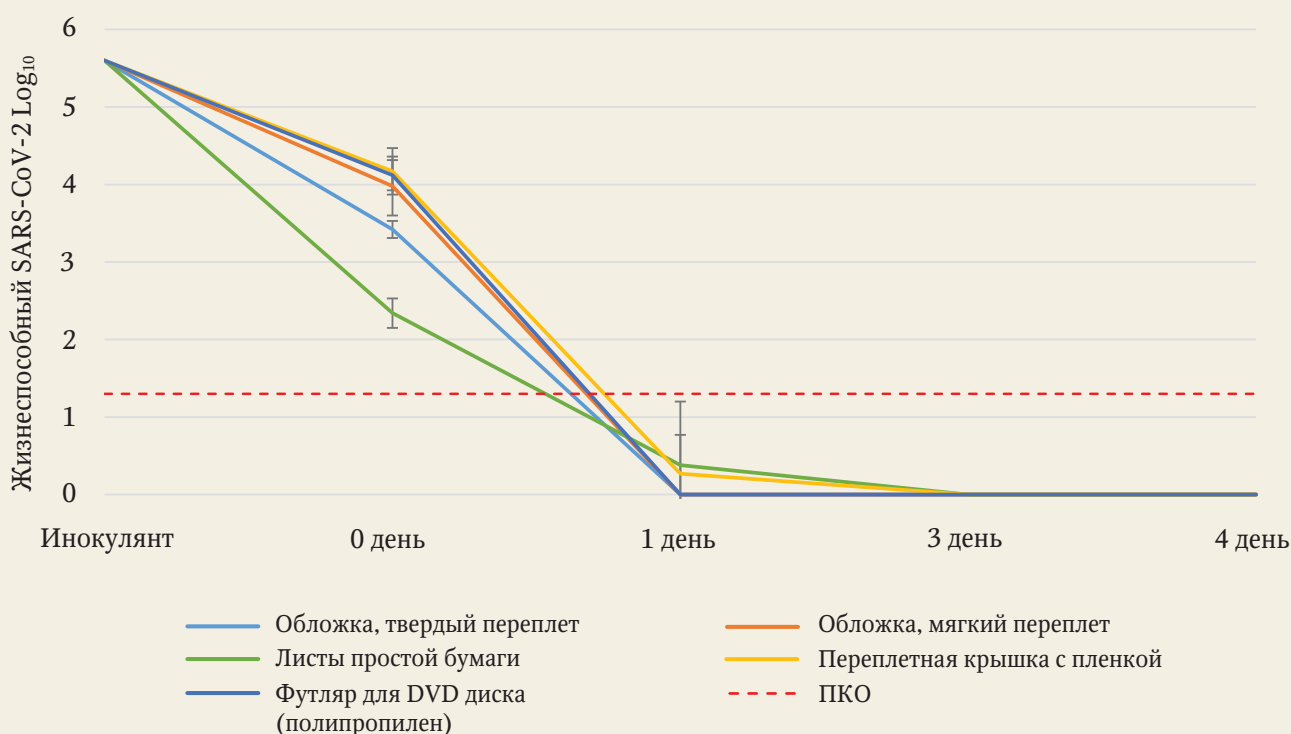


Рис. 8. Результаты Теста 1.2. Естественное ослабление SARS-CoV-2 на 1, 3 и 4 день

## SARS-CoV-2 log10, обнаруженный на 0, 1, 2, 3 и 4 день (Тест 2)

Предмет	Объем вируса					
	нанесено на поверхность	T <sub>0</sub> *	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Детская картонная книга	5,26	2,55	1,30	1,06	0,78	< ПКО
Архивная папка		1,30	0,87	< ПКО	< ПКО	< ПКО
Лист Брайлевской бумаги		1,82	0,82	0,78	0,26	< ПКО
Глянцевая страница книги		3,16	2,45	0,87	0,57	< ПКО
Страница журнала		2,13	1,31	0,26	< ПКО	0,26

\* Через час после высыхания.

жение от 1,2 до 1,5 ед, однако после высыхания скорость ослабления вируса замедлилась (табл. 3, рис. 10). К пятому дню на двух материалах (пакет для хранения и футляр для DVD-диска) значения упали ниже уровня обнаружения для анализа, т. е. в неразбавленном

экстракте, помещенном в клетки Vero, ЦПД не наблюдалось. При этом на пятый день следы вируса все еще можно было обнаружить на USB-носителе, контейнере для хранения и оргстекле, несмотря на то что значения упали ниже ПКО.

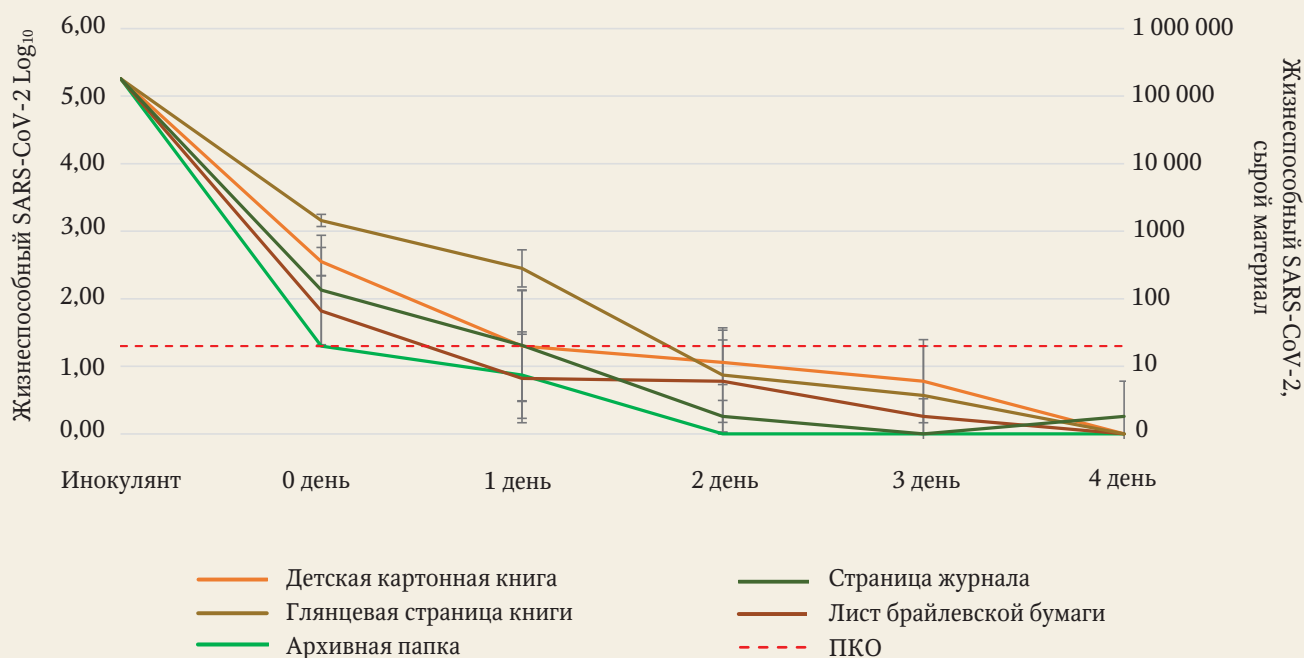


Рис. 9. Результаты Теста 2.

Естественное ослабление SARS-CoV-2 на 0, 1, 2, 3 и 4 день при доверительном интервале  $\pm 95\%$

## SARS-CoV-2 log10, обнаруженный на 0, 2, 3, 4 и 5 день (Тест 3)

Предмет	Объем вируса					
	нанесено на поверхность	T <sub>0</sub> *	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
USB-носитель для «говорящих книг»	4,70	3,24	1,45	1,12	0,54	0,26
Футляр для DVD-диска (поликарбонат)		3,24	1,28	1,55	1,39	< ПКО
Пакет для хранения (гибкий пластик)		3,47	1,76	1,77	0,52	< ПКО
Контейнер для хранения (жесткий пластик)		3,16	1,26	0,85	0,78	1,04
Оргстекло или плексиглас		3,24	1,41	1,61	0,52	0,52

\* Через час после высыхания.

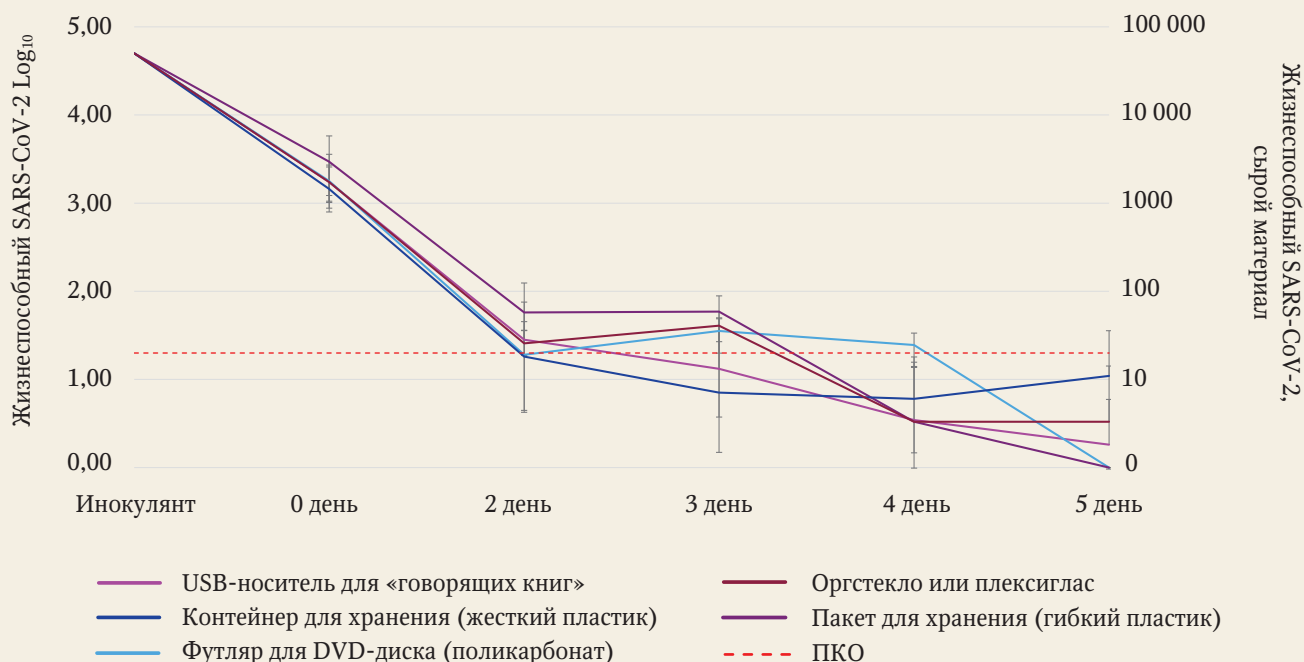


Рис. 10. Результаты Теста 3.

Естественное ослабление SARS-CoV-2 на 0, 2, 3, 4 и 5 день при доверительном интервале  $\pm 95\%$ 

Перевод:

**Мария Владимировна Федотова,**  
 Российская государственная библиотека,  
 международный отдел,  
 сектор международных организаций,  
 заведующая  
 Воздвиженка ул., д. 3/5,  
 Москва, 119019, Россия  
 E-mail: mbs@rsl.ru