

# БЫТЬ ИЛИ НЕ БЫТЬ: ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭПИДЕМИИ COVID-19 В РОССИИ

Д.М. Даниленко<sup>1</sup>, А.Б. Комиссаров<sup>1</sup>, М.А. Стукова<sup>1</sup>, Д.А. Лиознов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт гриппа им. А.А. Смородинцева, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия

## To be or not to be: forecast of Covid-19 epidemic development in Russia

D.M. Danilenko<sup>1</sup>, A.B. Komissarov<sup>1</sup>, M.A. Stukova<sup>1</sup>, D.A. Lioznov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Influenza named after A.A. Smorodintsev, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> First Saint-Petersburg State Medical University named after academician I.P. Pavlov, Saint-Petersburg, Russia

### Резюме

В настоящее время эпидемия COVID-19 в России идет на спад. Большая часть регионов страны находится на первом этапе снятия ограничений, некоторые регионы перешли ко второй и третьей фазе. Вместе с тем, развитие пандемии COVID-19 в странах Южного полушария свидетельствует о непрекращающейся циркуляции SARS-CoV-2 в мире. В статье приведены аргументы, свидетельствующие в пользу развития «второй волны» эпидемии COVID-19 в России, а также даны практические рекомендации, направленные на подготовку к осенне-зимнему эпидемическому сезону 2020–2021 гг.

**Ключевые слова:** COVID-19, вторая волна, прогноз, популяционный иммунитет.

### Abstract

Currently, the intensity of COVID-19 epidemic in Russia is declining. Most of the country's regions are at the first stage of lifting restrictions; some regions have moved to the second and third phases. At the same time, the development of the COVID-19 pandemic in Southern hemisphere indicates the continuous circulation of SARS-CoV-2 in the world. The article provides statements arguing for the development of the «second wave» of the COVID-19 epidemic in Russia, as well as practical recommendations aimed at preparing for the autumn-winter epidemic season 2020–2021.

**Key words:** COVID-19, second wave, prognosis, herd immunity.

### Введение

В настоящее время ситуация по развитию эпидемии COVID-19 в России стабилизируется, отмечается снижение как общего числа регистрируемых случаев заболевания, так и случаев, требующих госпитализации. Следствием этого становится поэтапное снятие ограничений в большинстве регионов страны. Кроме того, опыт стран Европейского региона показывает, что распространение возбудителя COVID-19 подчиняется закономерностям эпидемического процесса инфекционных заболеваний и что после периода подъема наблюдается спад заболеваемости. Вместе с тем, введенные строгие ограничительные (профилактические) меры значительно расширили временные границы эпидемии, в связи с чем спад заболеваемости в масштабах отдельных стран происходит достаточно медленно, особенно в наиболее пораженных регионах, в некоторых из них в настоящий момент еще только происходит стабилизация ситуации [1, 2].

В краткосрочной перспективе следует прогнозировать постепенное снижение заболеваемости

коронавирусной инфекцией COVID-19 в течение июля — августа 2020 г. во всех регионах страны при условии соблюдения мер социального дистанцирования и санитарно-гигиенических мероприятий (мытье рук, респираторный этикет и др.). Темпы снижения будут зависеть от плотности населения регионов, принимаемых противоэпидемических и ограничительных мероприятий, а также от соблюдения населением отдельных регионов рекомендаций по снятию ограничений. Ниже мы приводим аргументы в пользу такого развития ситуации с эпидемией COVID-19 в России.

### Коциркуляция различных возбудителей

Анализ многолетней динамики циркуляции возбудителей острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ) показывает, что существует достаточно устойчивое явление, при котором в условиях коциркуляции различных вирусных патогенов многие из них занимают ведущую временную (сезонную) нишу, вытесняя другие возбудители. В частности, в летний период на смену вирусам гриппа и респираторно-синцитиальному вирусу

(PCV) приходят другие возбудители вирусных инфекций — прежде всего, риновирусы и энтеровирусы, которые в осенне-зимний период не столь активны (рис. 1а). В осенне-зимний период доминирующие респираторные патогены последовательно сменяют друг друга: так, подъем заболеваемости РСВ-инфекцией предшествует эпидемии гриппа. Такой паттерн характерен как для России (рис. 1б), так и для других стран (рис. 1в, рис. 1г).

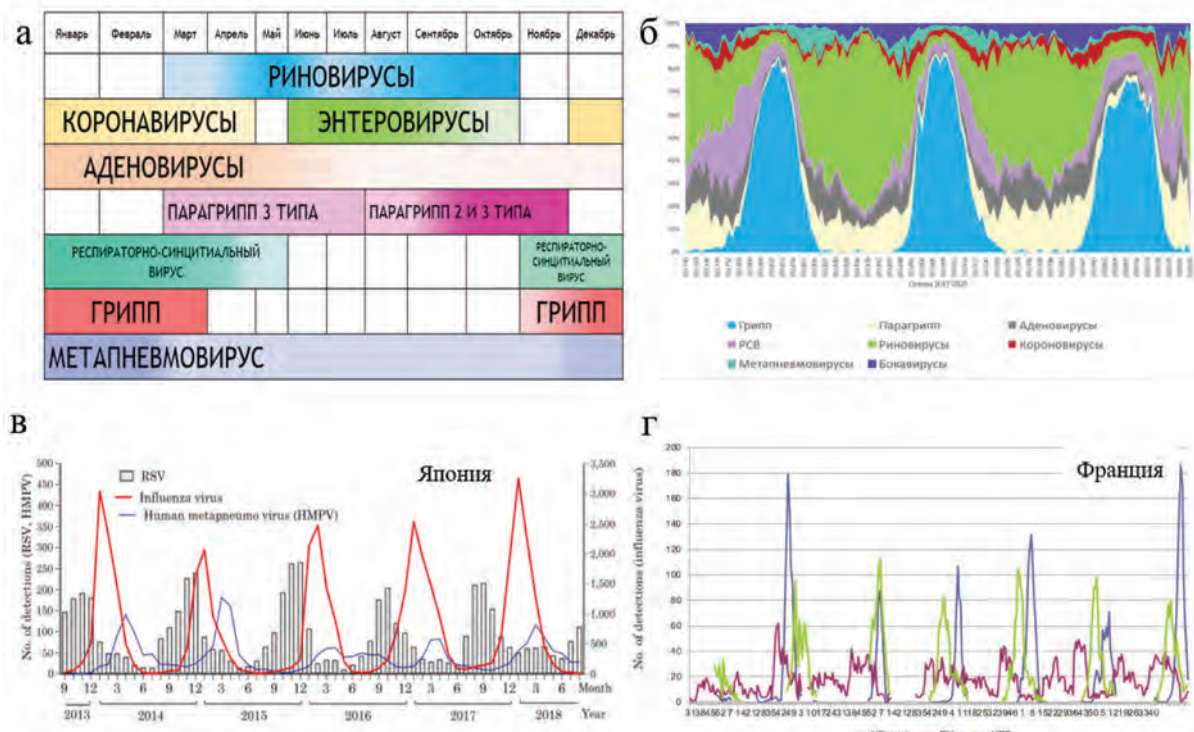
Также и пандемические вирусы способны вытеснять доминирующие в циркуляции возбудители ОРВИ на определенное время. Так, в пандемию 2009 г. вирус гриппа A(H1N1)pdm09 «сдвинул» сезонную циркуляцию РСВ [5]. В свою очередь, коронавирус SARS-CoV-2 в настоящее время практически полностью вытеснил из циркуляции вирусы гриппа в Южном полушарии [6, 7]. Таким образом, достаточно сложно прогнозировать в настоящий момент очередность возвращения в циркуляцию вирусов ОРВИ в осенний период. Однако возможно предположить несколько сценариев:

1. Приход в циркуляцию возбудителей ОРВИ, включая SARS-CoV-2; затем постепенное их вытеснение вирусами гриппа и развитие полноценной эпидемии гриппа смешанной этиологии.
2. Возвращение в циркуляцию SARS-CoV-2 с вытеснением других патогенов и смещением эпидемии гриппа во времени.

3. Приход в циркуляцию возбудителей ОРВИ, типичных для осеннего периода, которые будут вытеснены одновременной циркуляцией вирусов гриппа и SARS-CoV-2 (наиболее пессимистичный сценарий).

Развитие какого-либо из сценариев будет определяться не в последнюю очередь восприимчивостью населения к респираторным патогенам. Любая пандемия вызывается принципиально новым агентом, к которому у населения отсутствует популяционный иммунитет и который имеет высокий потенциал передачи от человека к человеку. Это утверждение верно практически для всех пандемий гриппа. Исключением стала последняя пандемия 2009 г., вызванная вирусом гриппа A(H1N1)pdm09, поскольку у части населения (лица старше 60 лет) в 2009 г. были антитела, защищавшие их от этого вируса, что было связано с происхождением самого пандемического агента, поверхностные антигены которого были сходны с возбудителями гриппа, циркулировавшими в 1950–1960-е гг. [8].

Очевидно, что для SARS-CoV-2 ситуация совершенно иная. Подобные коронавирусы никогда ранее не циркулировали среди населения Земли. В настоящее время известно, что частично защищены около 9000 человек (в основном в Китае и Гонконге), переболевших тяжелым острым респираторным синдромом (атипичная пневмония),



**Рис. 1.** Циркуляция вирусов гриппа, возбудителей ОРВИ и энтеровирусов в различные периоды года: а — диаграмма помесечной циркуляции различных вирусных патогенов; б — сезонные паттерны циркуляции возбудителей ОРВИ в Российской Федерации по данным Научно-исследовательского института гриппа им А.А. Смородинцева на протяжении эпидемических сезонов 2017–2020 гг.; в — циркуляция вирусов гриппа, РСВ и метапневмовируса в Японии [3]; г — циркуляция вирусов гриппа, РСВ и риновирусов во Франции [4]

вызванным SARS-CoV-1, в 2002–2003 гг. [9]. Это позволяет утверждать, что население России иммунологически наивно к новому вирусу и, соответственно, обладает высокой степенью восприимчивости к инфекции.

### Популяционный иммунитет

Базовый показатель репродукции, или индекс репродукции, характеризующий заразность инфекционного заболевания, для SARS-CoV-2 составляет в среднем 3 [10]. Таким образом, уровень значимого популяционного иммунитета для COVID-19 составляет 67% (рассчитывается как  $(1-1/R_0) \times 100\%$ ) [11]. Однако недавние пилотные исследования показывают, что после прохождения пика эпидемии COVID-19 в ряде европейских стран (Чехия, Швеция, Великобритания, Испания, Франция и др.), доля лиц, имеющих антитела к новому возбудителю, мала и не превышает 3–10%, что недостаточно для того, чтобы говорить о формировании коллективного иммунитета на уровне, способном обеспечить защиту большей части населения [12–14]. Небольшое исключение составляют жители Лондона, где показатели коллективного иммунитета, в соответствии с официальными заявлениями, составили 17%, что связано с поздним введением строгих ограничительных мероприятий в густонаселенном мегаполисе. Для сравнения, доля серопозитивных лиц к SARS-CoV-2 в остальной части Англии в настоящий момент не превышает 5%. Первые оценки коллективного иммунитета, проведенные для отдельных городов России, показывают, что доля серопозитивных индивидуумов не превышает 14% [15], при этом в Санкт-Петербурге она значительно ниже – 5,7% [16]. Низкая доля сероположительных лиц связана со строгими ограничительными и профилактическими мероприятиями, что нарушило естественное течение эпидемического процесса и снизило число инфицированных, в том числе с бессимптомным течением заболевания.

Отсутствие значимого коллективного иммунитета к SARS-CoV-2 однозначно указывает на то, что возбудитель продолжит свою циркуляцию в восприимчивой популяции. Такие ведущие международные организации, как ВОЗ, Центр по контролю за заболеваемостью (США) и Европейское региональное бюро ВОЗ, предупредили о последующих волнах распространения SARS-CoV-2. Кроме того, ряд работ по моделированию пандемии COVID-19 указывают, что наиболее вероятно сохранение циркуляции SARS-CoV-2 до момента формирования достаточного уровня коллективного иммунитета у населения. Впоследствии вирус либо останется в циркуляции как обычный сезонный возбудитель ОРВИ, поражающий до 10% от общего числа заболевших, либо будет вытеснен

из циркуляции [17, 18]. В настоящее время невозможно оценить временной интервал, за который эти события должны произойти.

Существенно изменить статус коллективного иммунитета способна только массовая вакцинация. Вместе с тем, наиболее вероятно, что даже при благоприятном развитии ситуации вакцины станут массово доступны не ранее 2021 г. и в первое время будут рекомендованы для применения только в ограниченных группах (вероятнее всего, у здоровых лиц от 18 до 60 лет). Это означает, что эпидемический сезон гриппа и ОРВИ 2020–2021 гг. предстоит пережить с активной циркуляцией SARS-CoV-2. Учитывая возможные сценарии коциркуляции возбудителей ОРВИ, существуют обоснованные опасения, что заболеваемость COVID-19 в России этот период может иметь худшие показатели, включая летальность, по сравнению с первой волной. Неблагоприятные ожидания связаны, прежде всего, с сочетанной циркуляцией и инфекцией SARS-CoV-2 и вирусов гриппа, что может существенно увеличить число пациентов с тяжелым течением заболевания. Такое развитие событий наиболее вероятно, поскольку эпидемии гриппа различной интенсивности происходят в стране каждый год. Кроме того, пока недостаточно данных для оценки влияния на течение COVID-19 таких пневмотропных возбудителей, как аденовирусы, РСВ и риновирусы.

Учитывая представленный прогноз, в осенне-зимний период 2020–2021 гг. следует ожидать еще большую нагрузку на лабораторное звено, чем весной 2020 г. Проведение дифференциальной лабораторной диагностики гриппа, COVID-19 и других ОРВИ существенно продлит сроки получения результатов обследования пациента и в разы увеличит число проводимых анализов (не менее 5 отдельных постановок ПЦР на одного пациента). В этой связи необходимо планировать потребности служб лабораторной диагностики, чтобы обеспечить их готовность в реагентах, расходных материалах, тест-системах и в оборудовании.

В условиях ожидания сочетанной циркуляции вирусов гриппа и SARS-CoV-2 принципиально важную роль для практического здравоохранения будет играть быстрая этиологическая лабораторная диагностика возбудителей ОРВИ. Возможность быстрой диагностики (в том числе «прикроватной») позволяет своевременно принять соответствующие противоэпидемические меры и/или терапевтические решения. Например, при гриппе назначить этиотропную терапию, в первые 48 ч заболевания, когда она наиболее эффективна. В этой связи разработка и внедрение в практику экспресс-тестов для диагностики гриппа, COVID-19 и РСВ-инфекции имеет приоритетное значение.

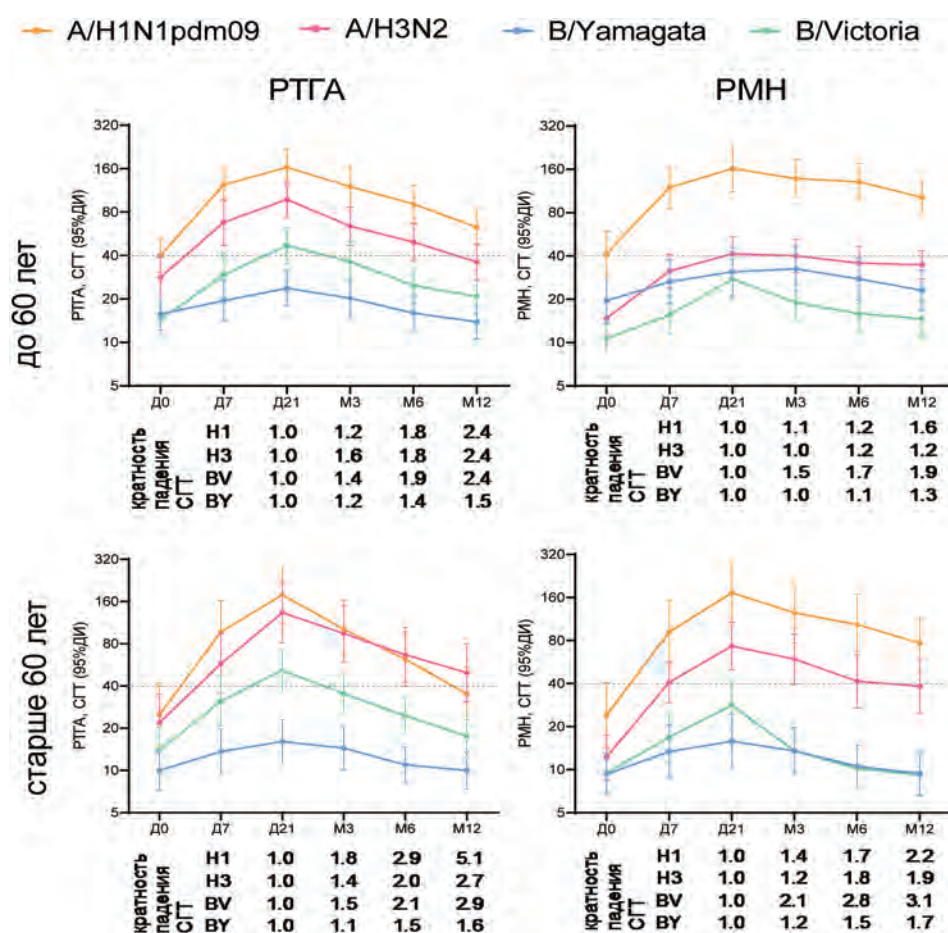


Представляется критически важным уделить особое внимание вакцинации от гриппа в преддверии наступающего сезона, чтобы минимизировать возможные случаи сочетанной инфекции грипп/COVID-19, а также снизить вероятность высоких нагрузок на систему здравоохранения в эпидемический сезон. Положительный эффект ожидается как для амбулаторной службы в виде снижения количества обращений больных гриппом, так и для стационаров — в виде уменьшения числа больных, нуждающихся в госпитализации. Приоритетными группами для вакцинации против гриппа и пневмококковой инфекции являются пожилые люди и лица с хроническими заболеваниями, поскольку для них как грипп, так и COVID-19 представляют наибольшую опасность. Отдельно необходимо обратить внимание на обязательную вакцинацию от гриппа медицинских работников и работников сфер образования, услуг и коммунального хозяйства.

Вместе с тем, настораживает тенденция к чрезмерно раннему началу вакцинальной кампании в стране. Исследования по эффективности вакцинации, проведенные в Научно-исследовательском институте гриппа им. А.А. Смородинцева, а также данные, опубликованные в ряде зарубежных работ, показывают, что эффективность вакцинации снижается с течением времени от момента введения вакцины и обладает максимальным эффектом в первые 3–6 месяцев после вакцинации (рис. 2). Соответственно, целесообразно начинать и проводить кампании по вакцинации не ранее октября для формирования и сохранения максимального протективного уровня антител в отношении вирусов гриппа, на которые направлена вакцина.

### Заключение

В эпидемический для гриппа и ОРВИ сезон 2020–2021 гг. ожидается сочетанная циркуляция вирусов гриппа А, В и нового коронавируса, вы-



**Рис. 2.** Динамика уровня вирус-специфических антител в сыворотках крови привитых добровольцев в возрасте от 18 до 60 лет и старше 60 лет в течение года после вакцинации трехвалентными инактивированными гриппозными вакцинами. На графиках представлены значения среднегеометрических титров (СГТ) антител и 95% ДИ в соответствующих временных точках. Слева — данные реакции торможения гемагглютинации (РТГА), справа — данные реакции микронеutralизации (PMH)

зывают COVID-19. В связи с существенным изменением антигенных свойств вирусов гриппа за последний эпидсезон 2019—2020 гг., а также отсутствием значимого популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 у населения Российской Федерации следует ожидать ухудшение эпидемиологической ситуации в период одновременной циркуляции указанных возбудителей, что будет сопровождаться ростом заболеваемости COVID-19, превышающей таковую в период первой волны эпидемии. Кроме того, необходимо принимать во внимание и циркуляцию возбудителей других сезонных ОРВИ в указанный период, что неизбежно повлечет развитие значительного числа микст-инфекций, которые могут иметь отягощенное течение. В этой связи остро встает вопрос о своевременном увеличении лабораторных мощностей системы здравоохранения для проведения этиологической диагностики ОРВИ. Перспективным направлением является разработка и внедрение в практику работы медицинских учреждений (прежде всего, СМП и стационаров) экспресс-тестов для диагностики гриппа, COVID-19 и РСВ-инфекции с целью проведения быстрой первичной дифференциальной диагностики в условиях высоких нагрузок на лабораторное звено.

В предстоящий эпидемический сезон совершенно иное значение приобретает кампания по вакцинации против гриппа. Обеспечение значительного охвата населения страны вакцинацией должно положительно сказаться на показателях заболеваемости гриппом и, возможно, исходах COVID-19.

В заключение следует отметить, что сохранение обоснованных ограничительных (профилактических) мер, вакцинопрофилактика и соблюдение гигиенических мероприятий влияют на распространение респираторных возбудителей и показатели заболеваемости ОРВИ. Опыт, приобретенный за последние несколько месяцев, меняет отношение профессионального медицинского сообщества и населения к профилактике инфекционных заболеваний, прежде всего респираторных инфекций. Анализ будущей эпидемиологической ситуации сезона 2020—2021 гг. покажет, какие уроки мы извлекли из пандемии COVID-19.

#### Литература

1. Ceylan Z. Estimation of COVID-19 prevalence in Italy, Spain, and France // *Sci Total Environ.* — 2020; 729:138817. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138817
2. Sebastiani G, Massa M, Riboli E. Covid-19 epidemic in Italy: evolution, projections and impact of government measures // *Eur J Epidemiol.* — 2020; 35(4):341-345. doi:10.1007/s10654-020-00631-6
3. Respiratory syncytial virus infection, January 2014–September 2018 // *IASR Vol. 39* p207-209: December, 2018; National Institute of Infection Diseases, Japan; [Электронный ресурс]. <https://www.niid.go.jp/niid/en/iasr-sp/865-iasr/8491-466te.html>, Fig. 4., дата обращения 30 июня 2020.
4. Lina B. CLINICAL MANIFESTATIONS OF INFLUENZA, RSV AND SARS-CoV-2 Co-Infections: Possible scenario's // Open lecture for ESWI seminar «Managing influenza and RSV during COVID-19 pandemic».
5. Hirsh S, Hindiyeh M, Kolet L, et al. Epidemiological changes of respiratory syncytial virus (RSV) infections in Israel // *PLoS One.* — 2014; 9(3):e90515. Published 2014 Mar 3; doi:10.1371/journal.pone.0090515
6. Coronavirus lockdowns might be delaying flu season in the southern hemisphere // *GlobalNews*, May 26, 2020; [Электронный ресурс]. <https://globalnews.ca/news/6999217/coronavirus-lockdown-flu-rsv/> дата обращения 30 июня 2020.
7. Physical distancing and good hand hygiene: Australian flu cases drop by more than 99% // *News GP.* — June 06, 2020. [Электронный ресурс] <https://www1.racgp.org.au/news/gp/clinical/physical-distancing-and-good-hand-hygiene-australia> дата обращения 30 июня 2020.
8. Z. Xing and C.J. Cardona. Preexisting Immunity to Pandemic (H1N1) 2009 // *Emerging Infectious Diseases.* — 2009; DOI: 10.3201/eid1511.090685
9. Pinto, D., Park, Y., Beltramello, M. et al. Cross-neutralization of SARS-CoV-2 by a human monoclonal SARS-CoV antibody // *Nature.* — 2020.
10. Sanche S, Lin Y, Xu C, et al. High Contagiousness and Rapid Spread of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 // *Emerging Infectious Diseases.* — 2020; 26(7):1470-1477. doi:10.3201/eid2607.200282.
11. Pedro Plans-Rubió. Evaluation of the establishment of herd immunity in the population by means of serological surveys and vaccination coverage // *Human Vaccines & Immunotherapeutics.* — 2012; 8:2, 184-188; DOI: 10.4161/hv.18444.
12. Maximum of 3% of Czechs have been infected with coronavirus: study [Электронный ресурс] <https://rmx.news/article/article/maximum-of-3-of-czechs-have-been-infected-with-coronavirus-study> дата обращения 30 июня 2020.
13. Первые результаты продолжающегося исследования антител к вирусу ковид-19 // дата обращения: 30 июня, 2020. [Электронный ресурс] — <https://www.folkhalsomyndigheten.se/nyheter-och-press/nyhetsarkiv/2020/maj/forsta-resultaten-fran-pagaende-undersokning-av-antikroppar-for-covid-19-virus> дата обращения 30 июня 2020.
14. UK tests reveal 17% of Londoners have COVID-19 antibodies // [Электронный ресурс] <https://newseu.cgtn.com/news/2020-05-22/UK-tests-reveal-17-of-Londoners-have-COVID-19-antibodies-QGoxm5G2lg/index.html> дата обращения 30 июня 2020.
15. Попова заявила об иммунитете к коронавирусу у 14% протестированных // *Интерфакс*, 10 июня 2020 года; [Электронный ресурс] <https://www.interfax.ru/russia/712617> дата обращения 30 июня 2020.
16. 200 тысяч переболели. Европейский университет опубликовал результаты петербургского исследования на антитела к COVID-19 // *Фонтанка*, 19 июня 2020; [Электронный ресурс] <https://www.fontanka.ru/2020/06/19/69323737/> дата обращения 30 июня 2020.
17. Potential impact of seasonal forcing on aSARS-CoV-2 pandemic // *Swiss Med Wkly.* — 2020;150: w20224.
18. Visseaux B, Burdet C, Voiriot G, Lescure FX, Chougar T, et al. Prevalence of respiratory viruses among adults, by season, age, respiratory tract region and type of medical unit in Paris, France, from 2011 to 2016 // *PLOS ONE.* — 2017. — 12(7): e0180888; <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180888>

## References

1. Ceylan Z. Estimation of COVID-19 prevalence in Italy, Spain, and France. *Sci Total Environ.* 2020;729:138817. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138817
2. Sebastiani G, Massa M, Riboli E. Covid-19 epidemic in Italy: evolution, projections and impact of government measures. *Eur J Epidemiol.* 2020;35(4):341-345. doi:10.1007/s10654-020-00631-6
3. Report of the National Institute of Infectious Diseases, Tokyo, Japan. <https://www.niid.go.jp/niid/en/iasr-sp/865-iasr/8491-466te.html>, fig. 4., accessed June 30, 2020
4. Lina B. CLINICAL MANIFESTATIONS OF INFLUENZA, RSV AND SARS-CoV-2 Co-Infections: Possible scenario's. Open lecture for ESWI seminar «Managing influenza and RSV during COVID-19 pandemic».
5. Hirsh S, Hindiyeh M, Kolet L, et al. Epidemiological changes of respiratory syncytial virus (RSV) infections in Israel. *PLoS One.* 2014;9(3):e90515. Published 2014 Mar 3. doi:10.1371/journal.pone.0090515
6. Coronavirus lockdowns might be delaying flu season in the southern hemisphere/ *GlobalNews*, May 26, 2020. <https://globalnews.ca/news/6999217/coronavirus-lockdown-flu-rsv/>, accessed June 30, 2020
7. Physical distancing and good hand hygiene: Australian flu cases drop by more than 99% / *News GP*. June 06, 2020. <https://www1.racgp.org.au/newsgp/clinical/physical-distancing-and-good-hand-hygiene-australi>, accessed June 30, 2020
8. Z. Xing and C.J. Cardona. Preexisting Immunity to Pandemic (H1N1) 2009. *Emerging Infectious Diseases*, 2009; DOI: 10.3201/eid1511.090685
9. Pinto, D., Park, Y., Beltramello, M. et al. Cross-neutralization of SARS-CoV-2 by a human monoclonal SARS-CoV antibody. *Nature* (2020).
10. Sanche S, Lin Y, Xu C, et al. High Contagiousness and Rapid Spread of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2. *Emerging Infectious Diseases.* 2020;26(7):1470-1477. doi:10.3201/eid2607.200282.
11. Pedro Plans-Rubió (2012) Evaluation of the establishment of herd immunity in the population by means of serological surveys and vaccination coverage, *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 8:2, 184-188, DOI: 10.4161/hv.18444
12. Maximum of 3% of Czechs have been infected with coronavirus: study. <https://rmx.news/article/article/maximum-of-3-of-czechs-have-been-infected-with-coronavirus-study>; accessed June 30, 2020
13. The first results of an ongoing study of antibodies to the covid-19 virus. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/nyheter-och-press/nyhetsarkiv/2020/maj/forsta-resultaten-fran-pagaende-undersokning-av-antikroppar-for-covid-19-virus/>; accessed June 30, 2020
14. UK tests reveal 17% of Londoners have COVID-19 antibodies. <https://newseu.cgtn.com/news/2020-05-22/UK-tests-reveal-17-of-Londoners-have-COVID-19-antibodies-QGoxm-5G2Ig/index.html>; accessed June 30, 2020
15. Popova claimed immunity to coronavirus in 14% of tested. *Interfax*, June 10, 2020. <https://www.interfax.ru/russia/712617>; accessed June 30, 2020
16. 200 thousand were ill. European University has published the results of a St. Petersburg study of antibodies to COVID-19. *Fontanka*, June 19, 2020. <https://www.fontanka.ru/2020/06/19/69323737/>; accessed June 30, 2020
17. Potential impact of seasonal forcing on aSARS-CoV-2 pandemic. *Swiss Med Wkly.* 2020;150: w20224.
18. Visseaux B, Burdet C, Voiriot G, Lescure FX, Chougar T, et al. (2017) Prevalence of respiratory viruses among adults, by season, age, respiratory tract region and type of medical unit in Paris, France, from 2011 to 2016. *PLOS ONE* 12(7): e0180888. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180888>

## Авторский коллектив:

*Даниленко Дарья Михайловна* — заместитель директора по научной работе Научно-исследовательского института гриппа им. А.А. Смородинцева, к.б.н.; тел.: 8(812)449-15-25, e-mail: daria.baibus@gmail.com

*Комиссаров Андрей Борисович* — заведующий лабораторией молекулярной вирусологии Научно-исследовательского института гриппа им. А.А. Смородинцева; тел.: 8(812)449-15-20, e-mail: a.b.komissarov@gmail.com

*Стукова Марина Анатольевна* — заведующая лабораторией векторных вакцин Научно-исследовательского института гриппа им. А.А. Смородинцева, к.м.н.; тел.: 8(812)449-15-21; e-mail: marina.stukova@influenza.spb.ru

*Люзнов Дмитрий Анатольевич* — и.о. директора Научно-исследовательского института гриппа им. А.А. Смородинцева, заведующий кафедрой инфекционных болезней и эпидемиологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. академика И.П. Павлова, д.м.н.; тел.: 8(812)449-15-00; e-mail: dlioznov@yandex.ru