

И.А. Лакман¹, Л.Ф. Садикова¹, А.А. Агапитов¹, Н.Ш. Загидуллин²,
Р.М. Гумеров², О.В. Черненко³, С.В. Новиков¹, А.Ф. Галямов¹,
В.Н. Павлов², Д.Ф. Гареева², Б.Т. Идрисов², А.Р. Билялов²

ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19 В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

³ООО «Лаборатория гемодиализа», г. Уфа

Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 является вызовом национальным системам здравоохранения. На каждом этапе развития эпидемии перед управленцами системы здравоохранения встанут вопросы о планировании медицинских ресурсов для борьбы с ней. В связи с этим прогнозирование развития эпидемии новой коронавирусной инфекции социально значимо. В статье приводится использование как классических эпидемиологических моделей, так и моделей анализа временных рядов для прогнозирования развития пандемии COVID-19 в мире. На примере данных о распространении новой коронавирусной инфекции в Республике Башкортостан построены модели SIRD и ARIMA. Получены краткосрочные прогнозы (на 10 дней упреждения) новых случаев COVID-19, а также прогнозы по выздоровлению. Полученные результаты прогнозирования свидетельствуют об относительной точности получаемых прогнозов: средняя абсолютная процентная ошибка за 10 дней до прогноза случаев инфицирования в Республике Башкортостан по модели SIRD составила 5,28%, по модели ARIMA – 4,65%, по случаям выздоровления по модели SIRD – 15%.

Ключевые слова: краткосрочное прогнозирование, COVID-19, инфицирование, выздоровление, модели ARIMA, SIRD.

I.A. Lakman, L.F. Sadikova, A.A. Agapitov, N.Sh. Zagidullin,
R.M. Gumerov, O.V. Chernenko, S.V. Novikov, A.F. Galyamov,
V.N. Pavlov, D.F. Gareeva, B.T. Idrisov, A.R. Bilyalov

FORECASTING THE DEVELOPMENT OF A NEW CORONAVIRUS COVID19 INFECTION IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

The pandemic of the new coronavirus infection COVID-19 is a challenge for the health systems worldwide. To adequately address the progressing challenges at each step of the epidemic, the healthcare managers have to plan resources accordingly. Thus, it is important to provide decision makers with a timely COVID-19 epidemic forecast. This article provides an overview of the classical epidemiological models and time-series analysis models for predicting the development of the COVID-19 pandemic in the world. On the example of data on the spread of a new coronavirus infection in the Republic of Bashkortostan, SIRD and ARIMA models were build. Short-term forecasts (10 days ahead) of new cases of COVID-19 were received, as well as forecasts of recoveries. The obtained forecasting results indicate the relative accuracy of the modeled predictions: the average absolute percentage error for 10 days of forecasting infections in the Republic of Bashkortostan according to the SIRD model was 5.28%, according to the ARIMA model - 4.65%, and for cases of recovery according to the SIRD model - 15%.

Key words: short-term forecasting, COVID-19, infection, recovery, ARIMA, SIRD.

Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 (далее КВИ) является вызовом для национальных систем здравоохранения. На каждом этапе развития эпидемии перед управленцами системы здравоохранения встанут вопросы о планировании медицинских ресурсов для борьбы с ней: количество койко-мест в инфекционных госпиталях, количество мест в отделении реанимации и интенсивной терапии, объем средств, выделяемых на лекарственную терапию, клинико-функциональные обследования, численность медицинского персонала. В связи с этим прогнозирование развития эпидемии новой коронавирусной инфекции имеет социально-значимое значение.

Существуют стандартные подходы к среднесрочному прогнозированию распространения эпидемий, основанные на аппроксимации кривой её развития логистической функции роста, например, исследования Ни-

жегородцева Р. с соавт. (2020 г.) или Кольцовой Э.М. с соавт. (2020 г.) [1,2]. Однако данные инструменты не подходят для краткосрочного прогнозирования, так как на коротком периоде предвидения могут быть допущены ошибки. Наиболее перспективными как с точки зрения понимания сущности процесса развития эпидемии, так и с точки зрения получения наиболее достоверных прогнозов являются эпидемиологические модели, основанные на системе дифференциальных уравнений, например, Prem K et all. (2020) [7]. Данный инструмент популярен в использовании у прогнозистов всего мира относительно развития распространения новой коронавирусной инфекции.

Так в Китайской Народной Республике (КНР) Held L. et all. (2020) [4] использовали классическую модель SIR для краткосрочного прогнозирования развития эпидемии КВИ, проигнорировав инкубационный период забо-

левания и смертность от КВИ, что не позволило обеспечить высокое качество получаемых прогнозов и удлинить горизонт прогнозирования. Модель SIR позволяет с помощью системы дифференциальных уравнений описать переход состояний из потенциально подверженных инфицированию (S) в непосредственно инфицированных (I), а из инфицированных в так называемые выбывшие (R), то есть в выздоровевших или умерших (здесь следует отметить, в модели делается предположение, что переболевший инфекцией человек не может снова попасть в категорию потенциально подверженных инфицированию, то есть модель предполагает формирование устойчивого иммунитета у индивидуума). Также существуют исследования, в которых применяются более сложные спецификации модели: например, Huang Y. et all. (2020) используют модель SIRD, учитывающую смертность от инфицирования КВИ в КНР [5], а Sun D. et all. (2020) используют классические эпидемиологические модели SEIR, которые модифицируют за счет ее адаптации к половозрастной структуре населения страны и учета инкубационного периода развития вирусной инфекции [6]. В отличие от модели SIR, модель SIRD учитывает два отдельных перехода из состояния инфицированных в состояние выздоровевших (R) или в состояние умерших (D). Особенностью модели SEIR является возможность учета в виде дифференциального уравнения перехода из состояния потенциально возможного инфицирования в инкубационный период заболевания (E).

Одним из подходов, позволяющих проводить краткосрочное прогнозирование развития эпидемии, является использование технологий анализа временных рядов. Наиболее популярной моделью для прогнозирования развития распространения инфекций на отдельно взятой территории является модель ARIMA, Лакман И.А. с соавт. (2016) [3]. Например, для построения среднесрочного и краткосрочного прогнозов Benvenuto D. et all. (2020) [8]. применяли модель ARIMA для прогнозирования эволюции пандемии КВИ в мире на данных 1,5-месячной динамики (январь-февраль 2020 года) и пришли к выводу, что оптимальной будет модель с порядком интегрирования $d=2$. Данная модель является популярной моделью, применяемой для краткосрочного прогнозирования. Она позволяет учесть влияние прошлых событий на текущее состояние процесса за счет так называемой авторегрессионной зависимости.

Стандартным подходом в прогнозировании является построение на предварительном этапе «обучения» прогноза нескольких вариантов прогнозных моделей с последующей их селекцией по наименьшей ошибке предсказания. Такой подход позволяет обеспечить повышение надёжности прогнозных оценок. В связи с этим в работе рассматривается два альтернативных пути прогнозирования по распространению новой коронавирусной инфекции в Республике Башкортостан: подход, основанный на истории развития эпидемии в регионе, и подход, основанный на классическом эпидемиологическом моделировании.

Целью исследования является подбор оптимального математического инструмента для краткосрочного прогнозирования развития новой коронавирусной инфекции в Республике Башкортостан, позволяющего определить минимальную ошибку прогноза.

Материал и методы

Для прогнозирования КВИ в Республике Башкортостан (далее – РБ) и Российской Федерации (далее – РФ) 15 марта 2020г. был подписан меморандум между Башкирским государственным медицинским университетом и Уфимским государственным авиационным техническим университетом о создании проектного офиса по математическому моделированию и прогнозированию развития инфекции. Сотрудники данных образовательных организаций Лакман И.А. и др. имеют значительный опыт проведения эпидемиологических исследований [9]. Для прогнозов развития эпидемии использовали официальные данные Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан по ежедневной и кумулятивной динамике новых случаев инфицирования КВИ, выздоровевшим и умершим в период с 23 марта по 3 мая 2020 года. На данных в периоде с 23 марта по 23 апреля 2020 года прогнозные модели обучались, на данных с 24 апреля по 3 мая 2020 года модели тестировались.

Для построения прогноза в РБ применяли эпидемиологическую модель SIRD (Susceptible-Infected-Removed-Died), представленную системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}\frac{dS(t)}{dt} &= -\frac{\beta S(t)I(t)}{N} \\ \frac{dI(t)}{dt} &= \frac{\beta S(t)I(t)}{N} - \gamma I(t) - \mu I(t) \\ \frac{dR(t)}{dt} &= \gamma I(t)\end{aligned}$$

$$\frac{dD(t)}{dt} = \mu I(t)$$

$$S(t) + I(t) + R(t) + D(t) = N,$$

где $S(t)$ – восприимчивые лица – это те, кто пока не заразились, но могут заразиться; $I(t)$ – инфицированные; $R(t)$ – выздоровевшие (индивидуумы, у которых сформировался иммунитет); $D(t)$ – умершие; N – все население Республики Башкортостан; β – коэффициент, отвечающий за вероятность инфицирования в результате контакта; $\gamma = 1/T$ – коэффициент, отвечающий за время излечения; T – время болезни; μ – коэффициент смертности от инфекции.

Построение эпидемиологической модели требует точной оценки постоянных коэффициентов β , γ и μ . Это возможно только в случае, если эпидемия развивается в постоянных условиях, однако периоды введения и ослабления карантинных мероприятий меняют условия её развития. В связи с этим авторами использовалась следующая технология подбора коэффициентов, отвечающих за вероятность инфицирования, излечения и смерти: строилась сетка поиска, где перебирались различные комбинации параметров с шагом

$$\Delta^d y_t = \alpha_1 \Delta^d y_{t-1} + \dots + \alpha_p \Delta^d y_{t-p} - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \beta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t,$$

где $\Delta^d y_t$ – разности порядка d ряда общего количества новых случаев инфицирования КВИ в РБ; p – порядок авторегрессии; q – порядок скользящей средней; ε_t – остаточная компонента на шаге; α_i , β_i – коэффициенты модели, подлежащие оценке.

Выбор в качестве математических инструментов моделирования развития эпидемии КВИ моделей SIRD и ARIMA обусловлен следующими соображениями: модель SIRD опирается в построении прогноза на механизмы процесса развития эпидемии, модель ARIMA опирается исключительно на историю временного ряда развития эпидемии. Таким образом, модель SIRD позволяет получить более устойчивый прогноз на относительно отдаленную перспективу, но точность прогноза будет средняя, в то время, как модель ARIMA позволяет получить прогноз высокой точности, но на относительно короткую перспективу (до недели). В настоящем исследовании модель ARIMA используется исключительно для прогнозирования процесса развития инфицирования населения, так как для прогнозирования динамики выздоровлений требуется использовать модель, описывающую причинно-следственные связи (например, модель ARIMAX с включением экзогенных факторов), а данных для построения соответствующей модели недостаточно.

Качество прогноза оценивали на основе средней ошибки аппроксимации:

$$MAPE_{series} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^T \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \cdot 100\%$$

где y_t – фактические значения, $\hat{y}_t$ – расчетные (прогнозируемые) значения, n – количество наблюдений во временном ряду.

0,1, далее строился ретроспективный прогноз на 5 шагов вперед для всех комбинаций параметров из сетки поиска и полученные значения сравнивались с фактическими, затем рассчитывалась ошибка аппроксимации. В результате оптимальными считали те параметры, при которых получали наименьшую ошибку. С учетом знания подобранных параметров строили перспективный прогноз на 5 дней вперед, считая таким образом, что условия среды не меняются в этот промежуток времени. На следующие 5 дней параметры опять перестраивали и т. д.

Для сравнения получаемого прогноза по модели SIRD использовали также модель ARIMA (p, d, q), которая имеет три гиперпараметра: d – порядок взятия разностей ($\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$) от временного ряда y_t до тех пор, пока ряд не станет стационарным в широком смысле, p – максимальный лаг запаздывания в авторегрессии, q – максимальный лаг запаздывания в скользящей средней:

Для прогнозов на 7-10 точек вперед приемлемым качеством точности является средняя абсолютная ошибка (MAPE), не превышающая 7%, на более отдаленную перспективу (10-20 точек вперед) приемлемым качеством прогноза является ошибка, не превышающая 15%. Это связано с тем, что по мере удлинения горизонта прогнозирования доверительный интервал прогноза увеличивается.

Все расчеты выполнялись в специализированной среде статистического моделирования R Studio.

Результаты

В результате проведения численного моделирования для оценки коэффициентов эпидемиологической модели SIRD, описывающей протекание эпидемии в Республике Башкортостан в период с 18 апреля по 23 апреля 2020 г., были определены следующие параметры: $\beta=0,000000023$, $\gamma=0,03$, $\mu=0,001$.

При построении модели ARIMA были подобраны следующие гиперпараметры: p, d и q на истории прологарифмированного ряда регистрации новых случаев КВИ: $p=1$, $d=2$ и $q=1$.

Результат прогнозирования общего числа инфицированных КВИ по РБ по обеим моделям на период с 24 апреля по 3 мая 2020 г., а также рассчитанная ошибка в процентах к предыдущему значению на каждую дату сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты прогнозирования инфицирования КВИ в РБ в соответствии с различными моделями в период 24 апреля – 3 мая 2020г

Дата	Количество фактических случаев инфицирования	SIRD по случаям инфицирования		ARIMA по случаям инфицирования	
		прогноз (n)	ошибка, %	прогноз (n)	ошибка, %
24 апреля	456	455	0,22	460	1,10
25 апреля	492	490	0,41	490	0,00
26 апреля	530	527	0,57	533	1,14
27 апреля	571	570	0,18	570	0,00
28 апреля	614	631	2,69	619	1,90
29 апреля	660	691	4,49	662	4,20
30 апреля	709	766	7,44	719	6,14
1 мая	761	843	9,73	770	8,66
2 мая	816	935	12,73	834	10,80
3 мая	875	1022	14,38	894	12,52

Таблица 2

Результаты прогнозирования выздоровления от КВИ в РБ в период с 24 апреля по 3 мая 2020 г.

Дата	Количество фактических случаев выздоровления	SIRD по случаям выздоровления	
		прогноз (n)	ошибка, %
24 апреля	57	49	14,04
25 апреля	57	60	5,26
26 апреля	59	72	22,03
27 апреля	72	85	18,06
28 апреля	80	99	23,75
29 апреля	80	114	42,50
30 апреля	120	129	7,50
1 мая	167	145	13,17
2 мая	176	163	7,39
3 мая	183	182	0,55

Поскольку модель SIRD позволяет также спрогнозировать число выздоровевших, то в табл. 2 содержатся как фактические сведения прогноза на период с 24 апреля по 3 мая 2020 г., так и ошибки прогноза.

Как видно из результатов прогнозирования, модель ARIMA даёт достаточно точный прогноз до 7 дня перспективы включительно, это связано с тем, что «память» модели «короткая», то есть модель даёт точный прогноз лишь на короткий горизонт прогнозирования.

Обсуждение и заключение

Полученные результаты прогнозирования свидетельствуют об относительной точности получаемых прогнозов: средняя абсолютная процентная ошибка за 10 дней прогноза случаев инфицирования в РБ по модели

SIRD составила 5,28%, по модели ARIMA – 4,65%. Ошибка прогноза количества случаев выздоровления в РБ за 10 дней для модели SIRD составила 15%.

Таким образом, в статье показана возможность прогнозирования течения КВИ в Республике Башкортостан с использованием как классических эпидемиологических моделей (SIRD), так и с использованием инструментов анализа временных рядов (ARIMA).

Результаты прогнозирования регулярно представляются в органы исполнительной власти для выработки медицинских и карантинных стратегий профилактики инфекции.

Коллектив авторов выражает благодарность компании ООО «ISD» за поддержку сайта <http://covid-forecast.ru/>.

Сведения об авторах статьи:

Лакман Ирина Александровна – к.т.н., доцент кафедры вычислительной математики и кибернетики ФГБОУ ВО УГАТУ. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12. E-mail: lackmania@mail.ru.

Садикова Лиана Флоритовна – младший научный сотрудник ФГБОУ ВО УГАТУ. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12. E-mail: walsh.lea@gmail.com.

Агапитов Александр Александрович – младший научный сотрудник ФГБОУ ВО УГАТУ. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12. E-mail: aleks6321@yandex.ru.

Загидуллин Науфаль Шамилович – д.м.н., завкафедрой пропедевтики внутренних болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: znaufal@mail.ru.

Гумеров Руслан Мансурович – терапевт, начальник COVID-госпиталя Клиники БГМУ, начальник организационно-методического отдела Клиники ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450054, г. Уфа ул. Шафиева 2. E-mail: kbgmu@bashgmu.ru.

Черненко Олег Валерианович – к.м.н., директор по развитию ООО «Лаборатория гемодиализа». Адрес: 450001, г. Уфа, ул. Бабушкина, 25. E-mail: och65@mail.ru.

Новиков Сергей Владимирович – ректор ФГБОУ ВО УГАТУ. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12. E-mail: sn917774405@gmail.com.

Галямов Айрат Фаритович – к.т.н., доцент кафедры автоматизации технических процессов ФГБОУ ВО УГАТУ. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12. E-mail: galyamov.airat@gmail.com.

Павлов Валентин Николаевич – д.м.н., профессор, ректор ФГБОУ БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: rectorat@bashgmu.ru.

Гареева Диана Фирдавиевна – к.м.н., ассистент кафедры пропедевтики внутренних болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: gareevadf@gmail.com.

Идрисов Булат Тагирович – ассистент кафедры инфекционных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: bidrisov@gmail.com.

Биялов Азат Ринатович – к.м.н., начальник управления информационных технологий, доцент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: azat.biyalov@gmail.com.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нижегородцев, Р. Прогноз распространения коронавируса в России: свет в конце туннеля/ Р. Нижегородцев, Н. Рослякова, Н. Горидько// Danish Scientific Journal. – 2020. – Т.35. – № 1. – С. 35-45.
2. Кольцова, Э.М. Математическое моделирование распространения эпидемии коронавируса COVID-19 в ряде европейских и азиатских стран, Израиле и России /Э.М. Кольцова, Е.С. Куркина, А.М. Васецкий// Проблемы экономики и юридической практики. – 2020. – Т. 16, № 2. – С. 154-165.
3. Лакман, И.А. Прогноз социально-экономического бремени хронического вирусного гепатита С (1 генотипа) при реализации различных сценарных прогнозов его распространения в Республике Башкортостан/ И.А. Лакман, А.Ф. Галямов, Д.А. Валишин// Инфекционные болезни. – 2016. – Т. 14, № 3. – С. 67-74.
4. Held L. Handbook of Infectious Disease Data Analysis/ Held L, Hens N, O'Neill P and Wallinga J. - Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2020. - 545 p.
5. Huang Y, Yang L, Dai H, Tian F & Chen K. Epidemic situation and forecasting of COVID-19 in and outside China. Bulletin of the World Health Organization E-pub: 16 March 2020. doi:10.2471/BLT.20.255158.
6. Sun D, Duan L, Xiong J, Wang D Modelling and forecasting the spread tendency of the COVID-19 in China BMC Infectious Diseases doi:10.21203/rs.3.rs-26772/v1.
7. Prem K, Liu Y, Russell TW, Kucharski AJ, Eggo RM, Davies N [et al.] The effect of control strategies to reduce social mixing on outcomes of the COVID-19 epidemic in Wuhan, China: a modelling study. Lancet Public Health 2020; 5: e261–70 Published Online March 25, 2020 doi:10.1016/S2468-2667(20)30073-6.
8. Benvenuto D, Giovanetti M, Vassallo L, Angeletti S, Ciccozzi M Application of the ARIMA model on the COVID-2019 epidemic dataset, Data in Brief, doi: 10.1016/j.dib.2020.105340.
9. Лакман, И.А. Возможности математического прогнозирования коронавирусной инфекции в Российской Федерации/ И.А. Лакман [и др.] // Артериальная гипертензия. – 2020. – Т. 26, № 3. – С. 288-294

REFERENCES

1. Nizhegorodtsev, R. Prognoz rasprostraneniya koronavirusa v Rossii: svet v konce tunnelya/ R. Nizhegorodtsev, N. Roslyakova, N. Gorid'ko// Danish Scientific Journal.- 2020. -T.35.- № 1.- S. 35-45. (In Russ.).
2. Kol'cova, E.M. Matematicheskoe modelirovanie rasprostraneniya epidemii koronavirusa COVID-19 v ryade evropejskih, aziatskih stran, Izraile i Rossii. /E.M. Kol'cova, E.S. Kurkina, A. M. Vaseckij// Problemy ekonomiki i yuridicheskoy praktiki. -2020.- T. 16.- № 2.- S. 154-165. (In Russ.).
3. Lakman, I.A. Prognoz social'no-ekonomicheskogo bremeni hronicheskogo virusnogo gepatita C (1 genotipa) pri realizacii razlichnyh scenarnykh prognozov ego rasprostraneniya v respublike Bashkortostan/ I.A. Lakman, A.F. Galyamov, D.A. Valishin// Infekcionnye bolezni. -2016.- T. 14. -№ 3.- S. 67-74. (In Russ.).
4. Held L. Handbook of Infectious Disease Data Analysis/ Held L, Hens N, O'Neill P and Wallinga J. - Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2020. - 545 p.
5. Huang Y, Yang L, Dai H, Tian F & Chen K. Epidemic situation and forecasting of COVID-19 in and outside China. Bulletin of the World Health Organization E-pub: 16 March 2020. doi:10.2471/BLT.20.255158.
6. Sun D, Duan L, Xiong J, Wang D Modelling and forecasting the spread tendency of the COVID-19 in China BMC Infectious Diseases doi:10.21203/rs.3.rs-26772/v1.
7. Prem K, Liu Y, Russell TW, Kucharski AJ, Eggo RM, Davies N [et al.] The effect of control strategies to reduce social mixing on outcomes of the COVID-19 epidemic in Wuhan, China: a modelling study. Lancet Public Health 2020; 5: e261–70 Published Online March 25, 2020 doi:10.1016/S2468-2667(20)30073-6.
8. Benvenuto D, Giovanetti M, Vassallo L, Angeletti S, Ciccozzi M Application of the ARIMA model on the COVID-2019 epidemic dataset, Data in Brief, doi: 10.1016/j.dib.2020.105340.
9. Lakman, I.A. Vozmozhnosti matematicheskogo prognozirovaniya koronavirusnoj infekcii v Rossijskoj Federacii. Arterial'naya gipertenziya/ I. A. Lakman i [i dr.]// 2020. -T. 26. -№ 3.- S. 288-294 (In Russ.).

УДК 614.446

© Коллектив авторов, 2021

А.М. Мухаметзянов¹, Т.В. Кайданек¹, Г.М. Асылгареева¹,
С.С. Куватов¹, Н.Д. Бронникова¹, З.А. Шагиева²

НЕКОТОРЫЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДЕЙСТВИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ И ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека по Республике Башкортостан, г. Уфа

Обзор содержит информацию о вирусе SARS-CoV-2, его устойчивости к факторам окружающей среды, о входных воротах для проникновения возбудителя в организм человека, механизмах и путях передачи, возрастных группах риска развития различных форм новой коронавирусной инфекции, об эпидемиологической значимости различных категорий источников инфекции, которые обеспечивают активность первого звена эпидемического процесса, принципах выбора и рационального использования средств индивидуальной защиты в условиях эпидемиологического риска распространения новой