

Метеорология  
Ханнанова З.И.

## МЕТЕОРОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 551.582

doi: 10.17072/2079-7877-2022-1-113-118

### РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

**Земфира Илгизовна Ханнанова**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань, Россия  
zemphira2004@mail.ru

**Аннотация.** Исследование направлено на решение актуальной задачи современности – получение новых знаний о влиянии различных факторов на эпидемиологическую ситуацию в регионе. В работе предпринята попытка выявления возможной статистической зависимости эпидемиологической ситуации в регионе исследования и метеорологических факторов (температуры воздуха). Для решения цели исследования автором привлечен архив инструментальных наблюдений с сети метеостанций Росгидромета и официальной статистики Министерства здравоохранения Российской Федерации. В процессе проведения исследования выполнен анализ временных рядов заболеваемости новой коронавирусной инфекцией SARS-CoV-2 и рядов метеорологических параметров. Наряду с рядами о численности заболевших были привлечены данные по количеству подтвержденных случаев смертей от SARS-CoV-2. Автором выявлены статистические связи между показателями заболеваемости коронавирусной инфекцией в Республике Татарстан и температурой воздуха. Инкубационный период заболевания учтен автором путем сдвига исходных рядов относительно друг друга. Обнаружено наличие временного эффекта запаздывания заболеваемости SARS-CoV-2 относительно изменений температуры воздуха, дан анализ полученных результатов. Проведенные автором расчеты указывают на наличие статистически значимой связи числа выявленных случаев с среднесуточной температурой воздуха, получена регрессионная зависимость такой зависимости. Достоверность полученных результатов обусловлена длиной накопленных рядов, которая включает в себя ежедневные данные по заболеваемости продолжительностью в 1 год. Неопределенность в рядах исходных данных метеорологической статистики может быть объяснена введением и последующим усилением противоэпидемиологических мер. Исследование может быть продолжено по мере увеличения длины рядов и расширения охвата рассматриваемых факторов.

**Ключевые слова:** коронавирусная инфекция, вирус SARS-CoV-2, метеорологические факторы, температура воздуха, статистические зависимости

**Для цитирования:** Ханнанова З.И. Роль температуры воздуха в заболеваемости коронавирусной инфекцией // Географический вестник = Geographical bulletin. 2022. № 1(60). С. 113–118. doi: 10.17072/2079-7877-2022-1-113-118.

## METEOROLOGY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2022-1-113-118

### THE ROLE OF AIR TEMPERATURE IN THE INCIDENCE OF CORONAVIRUS INFECTION

**Zemphira I. Khananova**

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia  
zemphira2004@mail.ru

© Ханнанова З.И., 2022



Метеорология  
Ханнанова З.И.

**Abstract.** The study is aimed at solving an urgent problem of our time – obtaining new knowledge about the influence of various factors on the epidemiological situation in a particular region. An attempt was made to identify a possible statistical dependence of the epidemiological situation in the study region and meteorological factors (air temperature). To achieve the purpose of the study, the author used the archive of instrumental observations from the Roshydromet network of meteorological stations and official statistics of the Ministry of Health of the Russian Federation. In the course of the study, an analysis was performed of the time series of the incidence of the new coronavirus infection SARS-CoV-2 and the series of meteorological parameters. Along with the series on the number of cases, data on the number of confirmed deaths from SARS-CoV-2 were involved. The author revealed statistical relationships between the incidence of the coronavirus infection in the Republic of Tatarstan and air temperature. The incubation period of the disease was taken into account by shifting the initial series relative to each other. A temporal delay in the incidence of SARS-CoV-2 relative to changes in air temperature was found; analysis of the results obtained is provided. The author's calculations indicate a statistically significant relationship between the number of detected cases and the average daily air temperature; a regression dependence was obtained. The reliability of the obtained results is due to the length of the accumulated series, which include daily data on the incidence for a period of one year. Uncertainty in the series of initial data of meteorological statistics can be explained by the introduction and subsequent strengthening of anti-epidemiological measures. The study can be continued as the series length increases and the coverage of the considered factors expands.

**Keywords:** coronavirus infection, SARS-CoV-2 virus, meteorological factors, air temperature, statistical dependence

**For citation:** Khannanova, Z.I. (2022). The role of air temperature in the incidence of coronavirus infection. *Geographical Bulletin*. No. 1(60). Pp. 113–118. doi: 10.17072/2079-7877-2022-1-113-118.

### Введение

2020 год навсегда войдет в историю как год, охарактеризовавший себя пандемией, охватившей весь земной шар. Вирус SARS-CoV-2, или COVID-19, который был зафиксирован в конце 2019 – начале 2020 г. в Китае, за очень короткий срок распространился по всей нашей планете. Этот вирус отличается от всех других не только быстротой распространения, но и тяжелым течением болезни, осложнениями и высокой смертностью. На начало февраля 2021 г. в мире зарегистрировано 105 млн случаев заражения вирусом SARS-CoV-2, 58,6 млн чел. выздоровело, 2,3 млн чел. погибло от данного вируса. На территории Российской Федерации зафиксировано 3,89 млн чел. заразившихся, из них 3,38 млн выздоровело, 74520 случаев завершились летальным исходом. Территория Республики Татарстан также подверглась заражению вирусом SARS-CoV-2. Здесь было зарегистрировано 15790 заражений, 12234 выздоровлений и 270 летальных исходов. Так как данный вирус является относительно новым, мало изученным, интерес к нему возрастает с каждым днем.

Целью данного исследования являются анализ и обобщение материалов, касающихся влияния климатических и метеорологических факторов окружающей среды на распространение вируса SARS-CoV-2 в Татарстане в период с 1 марта 2020 г. по 1 февраля 2021 г., в нетипичное время для распространения и развития вирусов на нашей территории.

### Материалы и методы исследований

Для анализа возможного влияния условий окружающей среды на распространение вируса SARS-CoV-2 в Татарстане были использованы следующие эмпирические данные:

– суточные данные о подтвержденных случаях инфицирования населения вирусом SARSCoV-2 [1];

– суточные метеорологические данные с метеорологической станции Казань-опорная.

Метеорология  
Ханнанова З.И.

В исследовании использовались статистические методы обработки данных и графического представления результатов с помощью программного пакета Microsoft Office Excel.

### Результаты и их обсуждение

В данной работе использовались данные оперативного штаба по контролю распространения коронавирусной инфекции в Республике Татарстан за весь период мониторинга с 30 марта 2020 г. по 1 февраля 2021 г. Они представляют собой накопительный ряд числа заразившихся коронавирусной инфекцией с интервалом в 5 дней (рис. 1).

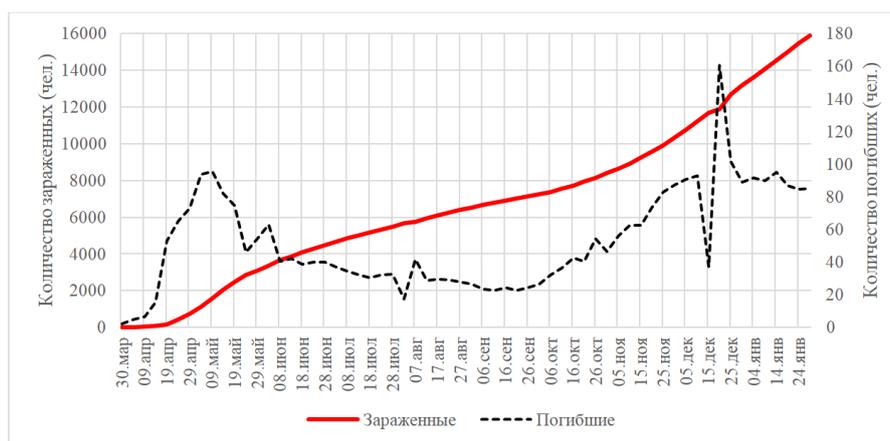


Рис. 1. Статистика развития пандемии коронавируса Covid-19 в Республике Татарстан  
Fig. 1. Statistics on the Covid-19 coronavirus pandemic development in the Republic of Tatarstan

При проведении анализа значений исходного ряда был выявлен ежедневный прирост заболевания вирусом SARS-CoV-2. Динамика случаев заражения коронавирусной инфекцией представлена на рис. 2

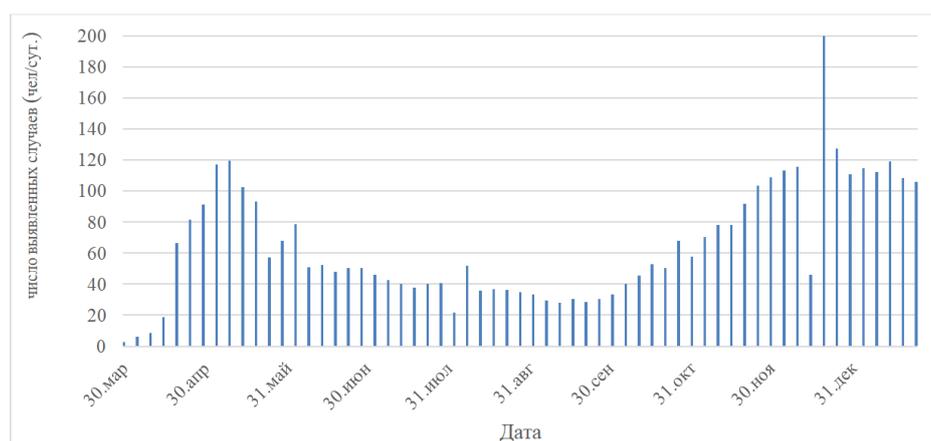


Рис. 2. Динамика случаев заражения коронавирусной инфекцией в Республике Татарстан в 2020 г.  
Fig. 2. Dynamics of the coronavirus infection cases in the Republic of Tatarstan in 2020

При выполнении статистического анализа качества исходных данных на однородность наблюдается резкий рост числа заболевших во второй половине декабря 2021 г. (рис. 2). Это может быть связано с увеличением количества сдаваемых тестов в лабораториях в связи с предстоящими новогодними праздниками. Так, сеть медицинских лабораторий подтверждает информацию о том, что количество ПЦР тестов на Covid-19 на иностранном языке увеличилось во второй половине декабря, что обусловлено числом желающих вылететь за рубеж [2; 3].

Метеорология  
Ханнанова З.И.

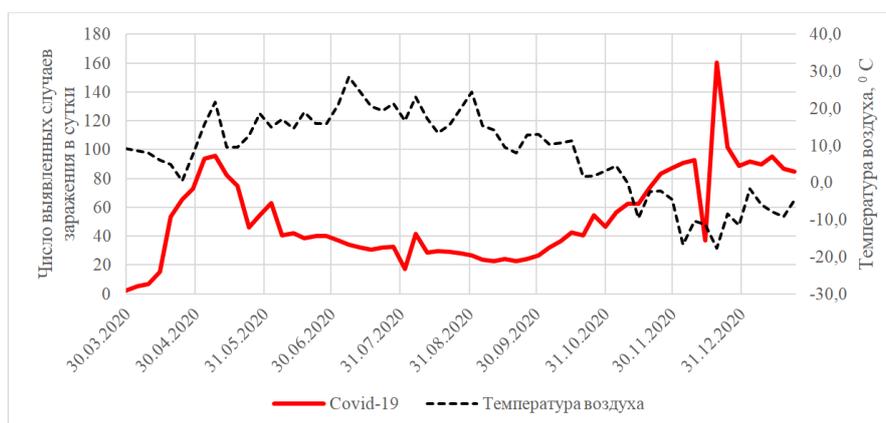


Рис. 3. Временной ход количества выявленных случаев заражения Covid-19 и среднесуточной температуры воздуха в период 30.03.2020 г. – 1.02.2021 г. в Республике Татарстан

Fig. 3. Time course of the number of the Covid-19 detected cases and the average daily air temperature in the period 30 March 2020 – 1 February 2021 in the Republic of Tatarstan

Согласно данным рис. 3, в период с конца апреля до конца ноября 2021 г. наблюдается выраженная обратная зависимость (обратный ход) визуализированных показателей. Однако визуально выделяемые пики на графиках имеют смещение по оси дат. Такая особенность взаимного хода указывает на необходимость анализа рассматриваемой связи с учетом наличия возможного запаздывания заболеваемости относительно хода температуры воздуха.

Коэффициенты линейной корреляции рядов средней суточной температуры воздуха и средней заболеваемости вирусом SARS-CoV-2

Coefficients of linear correlation between the series of average daily air temperature and average incidence of SARS-CoV-2

Запаздывание, дн.	r
0	-0,63
5	-0,68
10	-0,71
15	-0,82
20	-0,8
25	-0,76
30	-0,72

Для выявления статистической связи между временными рядами заболеваемости и средней суточной температуры воздуха были рассчитаны коэффициенты линейной корреляции Пирсона. Для минимизации погрешностей коэффициенты корреляции рассчитывались как для синхронизированных рядов, так и рядов со сдвигом (запаздыванием), когда для расчета коэффициентов корреляции ряд значений заболеваемости применялся с запаздыванием 5, 10, 15, 20, 25, 30 сут. Это связано с наличием инкубационного периода заболевания человека вирусом SARS-CoV-2. Представленные в таблице

результаты указывают на существование наиболее тесной связи указанных рядов при запаздывании в 15 сут. ( $r=0,82$ ), что является следствием наличия инкубационного периода заболевания. Как видно из таблицы, коэффициенты корреляции имеют отрицательный знак, что свидетельствует о противофазном характере установленной связи: температура воздуха растет, заболеваемость снижается.

### Достоверность результатов

Принятые для сдерживания пандемии меры привели к локальным, региональным и глобальным последствиям, имеющим как отрицательный, так и положительный характер с определенным временем действия. С одной стороны, резкое сокращение экономической деятельности улучшило состояние окружающей среды и в определенной мере повлияло на земную климатическую систему [4].

Метеорология  
Ханнанова З.И.

Достигнутые позитивные результаты в распространении коронавирусной инфекции обусловили нарушение однородности ряда заболеваемости, что несколько снижает достоверность полученных результатов.

Для построения статистической модели зависимости между числом заболевших и температурой воздуха был выполнен расчет параметров уравнения регрессии (рис. 4). При использовании всего накопленного ряда данных (30 марта 2020 – 1 февраля 2021г.) уравнение регрессии имеет вид

$$y = -1,707x + 65,6;$$

$$R^2 = 0,41,$$

где  $y$  – выявленная заболеваемость (чел/день),  $x$  – среднесуточная температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ).

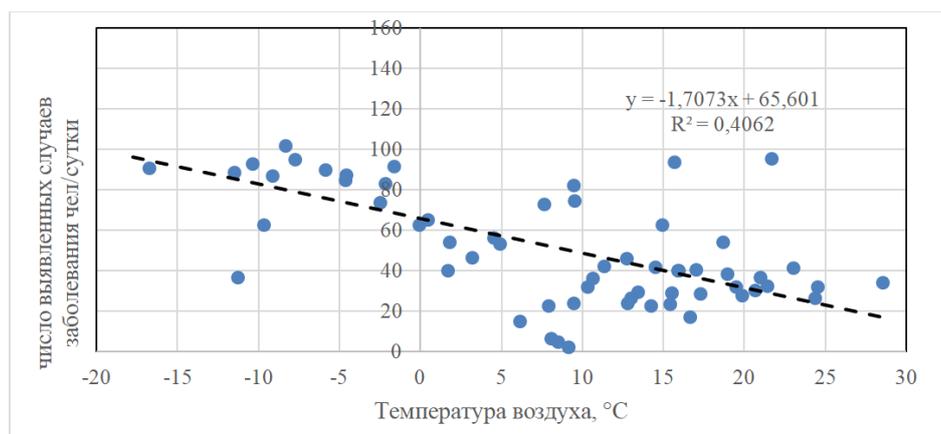


Рис. 4. Регрессионная зависимость количества выявленных случаев заболевания вирусом SARS-CoV-2 и средней суточной температуры воздуха с синхронными рядами

Fig. 4. Regression dependence of the number of the SARS-CoV-2 detected cases and the average daily air temperature with synchronous series

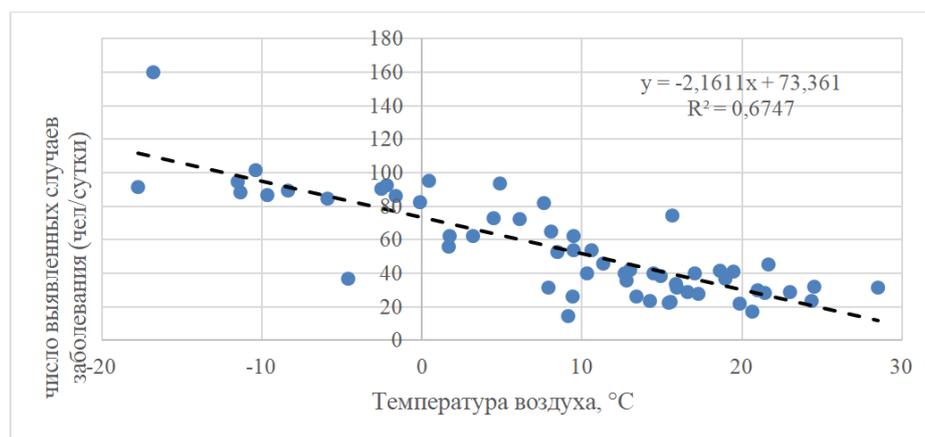


Рис. 5. Регрессионная зависимость количества выявленных случаев заболевания вирусом SARS-CoV-2 и средней суточной температуры воздуха с запаздыванием ряда заболеваемости на 15 сут.

Fig. 5. Regression dependence of the number of the SARS-CoV-2 detected cases and the average daily air temperature with a 15-day delay in the incidence series

Как видно из данных рис. 5, регрессионная зависимость при использовании ряда заболеваемости с запаздыванием на 15 сут обеспечивает более достоверный результат, что подтверждается высоким коэффициентом детерминации  $R^2$ . Таким образом, уравнение, характеризующее связь заболеваемости с температурой воздуха, приобретает вид

$$y = -2,16x + 73,36,$$

где  $y$  – выявленная заболеваемость (чел/день),  $x$  – среднесуточная температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Метеорология  
Ханнанова З.И.

### Выводы

1. Несмотря на неоднородность во временном ряде заболеваемости вирусом SARS-CoV-2, обусловленной принятием мер по недопущению распространения инфекции, наблюдается статистически значимая связь количества выявленных случаев со среднесуточной температурой воздуха.
2. В результате исследования выявлена взаимосвязь между рядами среднесуточной температуры воздуха и числом выявленных случаев заболевания. Наилучшее согласование между данными рядами наблюдается при запаздывании выявленных случаев заболевания на 15 сут, что подтверждает наличие инкубационного периода вируса SARS-CoV-2.
3. Получена регрессионная зависимость заболеваемости вирусом SARS-CoV-2 от температуры воздуха.
4. Выявлена сезонность заболевания, т.е. всплеск в осенне-зимний период.

### Список источников

1. Коронавирус – онлайн карта распространения коронавируса. [Электронный ресурс]. URL: <https://coronavirus-monitor.info/> (дата обращения: 20.10.2021).
2. Лаборатории не заметили ажиотажного спроса на ПЦР-тесты перед праздниками. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interfax.ru/russia/743708> (дата обращения: 21.12.2021).
3. Статистика коронавируса по регионам России. [Электронный ресурс]. URL: <https://russian-trade.com/coronavirus-russia/> (дата обращения: 21.12.2021).
4. Ching J., Kajino M. Rethinking Air Quality and Climate Change after COVID-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. № 17(14), 5167. doi:10.3390/ijerph17145167.

### References

1. Coronavirus – online map of the spread of coronavirus, available at: <https://coronavirus-monitor.info/> (Accessed: 20 October 2021).
2. Laboratories did not notice the rush demand for PCR tests before the holidays, available at: <https://www.interfax.ru/russia/743708> (Accessed: 01 December 2021).
3. Coronavirus statistics by regions of Russia, available at: <https://russian-trade.com/coronavirus-russia/> (Accessed: 21 December 2021).
4. Ching, J., Kajino, M. (2020), Rethinking Air Quality and Climate Change after COVID-19, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, no. 17(14), 5167. doi: 10.3390/ijerph17145167.

Статья поступила в редакцию: 14.10.21; одобрена после рецензирования: 16.01.2022; принята к опубликованию: 09.03.2022.

The article was submitted: 14 October 2021; approved after review: 16 January 2022; accepted for publication: 9 March 2022.

Информация об авторе

**Земфира Илгизовна Ханнанова**

аспирант кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Института экологии и природопользования ФГАОУВО, Казанский (Приволжский) федеральный университет; 420008, Россия, Казань, ул. Кремлевская, 18

Information about the author

**Zemphira I. Khannanova**

Postgraduate Student, Department of Meteorology, Climatology and Atmospheric Ecology, Institute of Ecology and Nature Management, Kazan (Volga Region) Federal University;

18, Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russia

e-mail: zemphira2004@mail.ru