

# География пациентов федерального лор-стационара до и после пандемии COVID-19: изменение пространственных паттернов и характеристик

**А.А. Корнеенков**<sup>1✉</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-5870-8042>, [korneyenkov@gmail.com](mailto:korneyenkov@gmail.com)

**П.А. Овчинников**<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5235-085X>, [generallor@mail.ru](mailto:generallor@mail.ru)

**Е.Э. Вяземская**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4141-2226>, [vyazemskaya.elena@gmail.com](mailto:vyazemskaya.elena@gmail.com)

**А.Ю. Медведева**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0002-6921-5299>, [smandtafo@yandex.ru](mailto:smandtafo@yandex.ru)

**Ю.К. Янов**<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-9195-128X>, [9153864@mail.ru](mailto:9153864@mail.ru)

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9

<sup>2</sup> 3-й Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневецкого; 143409, Россия, Московская обл., Красногорск, ул. Светлая, д. 11

<sup>3</sup> Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 191015, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

## Резюме

**Введение.** В период пандемии COVID-19 доступность плановой специализированной медицинской помощи значительно уменьшилась. Помимо экономических, социальных, культурных, организационных и языковых факторов, доступность медицинской помощи включает и географический. В нашей стране географические барьеры являются важным негативным фактором, препятствующим доступности медицинской помощи для пациентов, проживающих вдали от областных и федеральных центров.

**Цель.** Дать косвенное представление об изменении доступности специализированной медицинской оториноларингологической помощи, описать порядок проведения пространственного анализа географической доступности медицинской помощи.

**Материалы и методы.** Проведен анализ изменений пространственных характеристик места проживания пациентов, поступивших на стационарное лечение в Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи до и после начала пандемии COVID-19. Использованы обезличенные данные 32 304 пациентов, проходивших стационарное лечение с января 2016 по декабрь 2022 г. В качестве методов исследования использовались описательная статистика, пространственная статистика, непараметрические методы проверки гипотез (критерий Уилкоксона для независимых выборок), отношение шансов для бинарных факторов и исходов, обрабатываемых в программной среде R, построенных на базе картографии OpenStreetMap с геокодированием QGIS.

**Результаты и обсуждение.** В исследовании были получены географические паттерны мест проживания (локаций) стационарных пациентов до и после COVID-19, произведена визуальная оценка их изменений. Вычислены расстояния между местом проживания пациентов и местом оказания лор-помощи, выполнена проверка гипотез о равенстве средней географической дистанции до мест проживания пациентов до и после пандемии. Произведен подсчет пациентов и площадей зон ядерной оценки плотности вероятности локаций пациентов на территории страны до и после пандемии. В качестве дизайна исследования было использовано наблюдательное аналитическое ретроспективное исследование пространственных характеристик стационарных пациентов, в котором в качестве фактора выступало событие начала пандемии COVID-19.

**Заключение.** В целом после возобновления плановой стационарной оториноларингологической помощи ее доступность, которую косвенно можно оценить с помощью пространственного статистического анализа мест жительства пациентов федерального бюджетного учреждения, не изменилась.

**Ключевые слова:** география пандемии, пространственный анализ, географическая доступность медицинской помощи, пространственная статистика, медицинская география, OpenStreetMap, QGIS, R language

**Для цитирования:** Корнеенков АА, Овчинников ПА, Вяземская ЕЭ, Медведева АЮ, Янов ЮК. География пациентов федерального лор-стационара до и после пандемии COVID-19: изменение пространственных паттернов и характеристик. *Медицинский совет.* 2023;17(19):206–215. <https://doi.org/10.21518/ms2023-395>.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

# Geography of patients in the federal ENT hospital before and after the COVID-19 pandemic: changing spatial patterns and characteristics

**Aleksei A. Korneenkov**<sup>1✉</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-5870-8042>, [korneyenkov@gmail.com](mailto:korneyenkov@gmail.com)

**Pavel A. Ovchinnikov**<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5235-085X>, [generallor@mail.ru](mailto:generallor@mail.ru)

**Elena E. Vyazemskaya**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4141-2226>, [vyazemskaya.elena@gmail.com](mailto:vyazemskaya.elena@gmail.com)

**Anna Yu. Medvedeva**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0002-6921-5299>, [smandtafo@yandex.ru](mailto:smandtafo@yandex.ru)

**Yuri K. Yanov**<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-9195-128X>, [9153864@mail.ru](mailto:9153864@mail.ru)

<sup>1</sup> Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia

<sup>2</sup> 3<sup>rd</sup> Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky; 11, Svetlaya St., Krasnogorsk, Moscow Region, 143409, Russia

<sup>3</sup> North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 191015, Russia

## Abstract

**Introduction.** During the COVID-19 pandemic, access to elective specialized healthcare has decreased significantly. In addition to economic, social, cultural, organizational and language factors, access to healthcare also includes geographic factors. In our country, geographical barriers are an important negative factor hampering access to healthcare for patients living far from regional and federal centres.

**Aim.** This analysis provides an indirect view of the change in the availability of specialized medical otorhinolaryngological care. Describe the procedure for conducting a spatial analysis of the geographic accessibility of medical care.

**Materials and methods.** The study analyzed changes in the spatial characteristics of the place of residence of patients admitted for inpatient treatment at the St Petersburg Research Institute of Ear, Nose and Speech Throat before and after the onset of the COVID-19 pandemic. The study materials used anonymized data of 32,304 patients who were treated in a 24-hour hospital at the St Petersburg Research Institute of Ear, Nose and Throat and Speech from January 2016 to December 2022. Descriptive statistics, spatial statistics, non-parametric methods for testing hypotheses (Wilcoxon criterion for independent samples), odds ratio for binary factors and outcomes processed in the R software environment, built on the basis of OpenStreetMap cartography with QGIS geocoding, were used as research methods.

**Results and discussion.** In the study, geographic patterns of places of residence (locations) of inpatients before and after COVID-19 were obtained, and a visual assessment of their changes was made. The distances between the place of residence of patients and the place of provision of ENT care were calculated, and hypotheses were tested on the equality of the average geographical distance to the places of residence of patients before and after the pandemic. A count of patients and areas of zones of nuclear assessment of the probability density of patient locations in the country before and after the pandemic was made. The design of the study was an observational analytical retrospective study of the spatial characteristics of inpatients, in which the event of the onset of the COVID-19 pandemic acted as a factor.

**Conclusion.** In general, after the resumption of planned inpatient otorhinolaryngological care, its availability, which can indirectly be assessed using a spatial statistical analysis of the places of residence of patients of a federal budgetary institution, has not changed.

**Keywords:** pandemic geography, spatial analysis, geographic accessibility of medical care, spatial statistics, medical geography, OpenStreetMap, QGIS, R software environment

**For citation:** Korneenkov AA, Ovchinnikov PA, Vyazemskaya EE, Medvedeva AY, Yanov YuK. Geography of patients in the federal ENT hospital before and after the COVID-19 pandemic: changing spatial patterns and characteristics. *Meditsinskiy Sovet*. 2023;17(19):206–215. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-395>.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

Пандемия COVID-19 оказала катастрофический эффект на здравоохранение, который изучается и обобщается до сих пор. Во всем мире системы здравоохранения подвергались тщательной проверке на предмет их способности справляться с пандемией COVID-19 или подобными пандемиями в будущем [1–9].

В настоящее время различные ограничения для населения и медицинских организаций (МО), связанные с COVID-19, в полной мере еще не сняты. Однако в целом эпидемиологическая ситуация уже находится в стабильном и контролируемом состоянии, когда возможно исследовать долгосрочные эффекты пандемии на население и систему здравоохранения. Уже сейчас возможно изучение системных факторов, данные о которых были бесполезны в острой фазе пандемии, так как их отрицательное влияние невозможно было нивелировать из-за отсутствия возможностей здравоохранения, необходимых ресурсов или знаний.

Одной из главных вызываемых пандемией проблем являлось ее оттягивание на себя ресурсов системы

здравоохранения и вынужденные в силу разных причин ограничения на оказание специализированной медицинской помощи [10]. В период пандемии МО отменяли плановое оказание специализированной медицинской помощи, делая ее малодоступной для местных жителей, а в случае МО федерального подчинения – для всего населения страны.

На фоне снижения эмоциональной готовности медицинского персонала к работе в условиях пандемии [11, 12], введения обязательного тестирования на COVID-19 при поступлении на плановое стационарное лечение при отсутствии или недостатке тестов, а также других многочисленных условий и ограничений значительно уменьшилась доступность плановой специализированной медицинской помощи.

Как известно, доступность медицинской помощи – это свободный доступ к службам здравоохранения вне зависимости от географических, экономических, социальных, культурных, организационных и языковых барьеров. Учитывая размеры нашей страны, географические барьеры являются важным негативным фактором, препятствующим доступности медицинской помощи для

проживающих вдали от областных и федеральных центров граждан.

Способы борьбы с географическими барьерами известны: это организация оказания медицинской помощи по принципу приближенности к месту жительства пациента (МЖП), работы или обучения; размещение МО исходя из потребностей населения; обеспечение транспортной доступности МО для всех групп населения, в т. ч. инвалидов. Они обеспечивают приемлемые уровни доступности в обычное время, однако в условиях пандемии, когда жители существенно ограничены в передвижении (в т. ч. из-за требований тестирования на COVID-19, перебоев в работе транспорта), возникает выраженное неравенство в доступности специализированной медицинской помощи гражданам страны.

Пространственным аспектам заболеваемости и оказания медицинской помощи сейчас уделяется достаточно много внимания ввиду возможностей использования геокодирования мест (локаций – географических координат МЖП, поступивших на лечение), связанных со здоровьем человека, и последующим пространственным статистическим анализом этих данных. Этому способствуют многочисленные медицинские регистры, базы данных о случаях оказания медицинской помощи и т. д. Учитывая, что проблема географических барьеров и влияния пространственных факторов на доступность медицинской помощи в условиях пандемии многогранна, мы выбрали для изучения один ее аспект – географическую доступность плановой стационарной специализированной оториноларингологической медицинской помощи до и после начала пандемии COVID-19.

Особый интерес представляет оториноларингологическая медицинская помощь тем, что, по сути, пациент с COVID-19 в подавляющем числе случаев из-за первых проявлений болезни становится пациентом лор-специалиста [6–9] со всеми потенциально вытекающими неблагоприятными последствиями для системы оказания лор-помощи, которая становится наиболее уязвимой из всех других медицинских специальностей.

В нашей стране опубликовано достаточно много работ в области пространственного анализа в оториноларингологии [11, 13–15]. Они посвящены анализу влияния различных пространственных факторов на распространенность оториноларингологических заболеваний, определению оптимального расположения центров оказания оториноларингологической помощи на основе пространственной кластеризации и др.

В данной статье рассматривается работа Санкт-Петербургского научно-исследовательского института уха, горла, носа и речи (СПб НИИ лор), являющегося одним из федеральных центров по оказанию специализированной оториноларингологической помощи населению страны (федеральный лор-стационар).

Можно предположить, что с увеличением географических барьеров на стационарное лечение поступают пациенты из более географически близких регионов проживания (среднее расстояние до МЖП уменьшается). При этом вероятно, что больше поступает пациентов

из городов (централизация), чем из удаленных населенных пунктов (более выраженная централизация).

**Цель исследования** – провести анализ изменений пространственных характеристик (удаленности, паттернов) на основе данных о МЖП СПб НИИ лор после начала пандемии COVID-19 как косвенного показателя, характеризующего доступность (и ее изменение) специализированной медицинской оториноларингологической помощи.

**Задачи:**

- получение географических паттернов МЖП (локаций) федерального лор-стационара до и после COVID-19, визуальная оценка изменений;
- нахождение расстояния между локациями пациентов и местом оказания лор-помощи;
- проверка гипотез о равенстве средней географической дистанции до МЖП до и после пандемии;
- проверка гипотезы об изменении дисперсии расстояния, о неслучайности процесса;
- подсчет пациентов и площадей зон KDE (Kernel Density Estimation – ядерная оценка плотности) в разных категориях плотности вероятности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

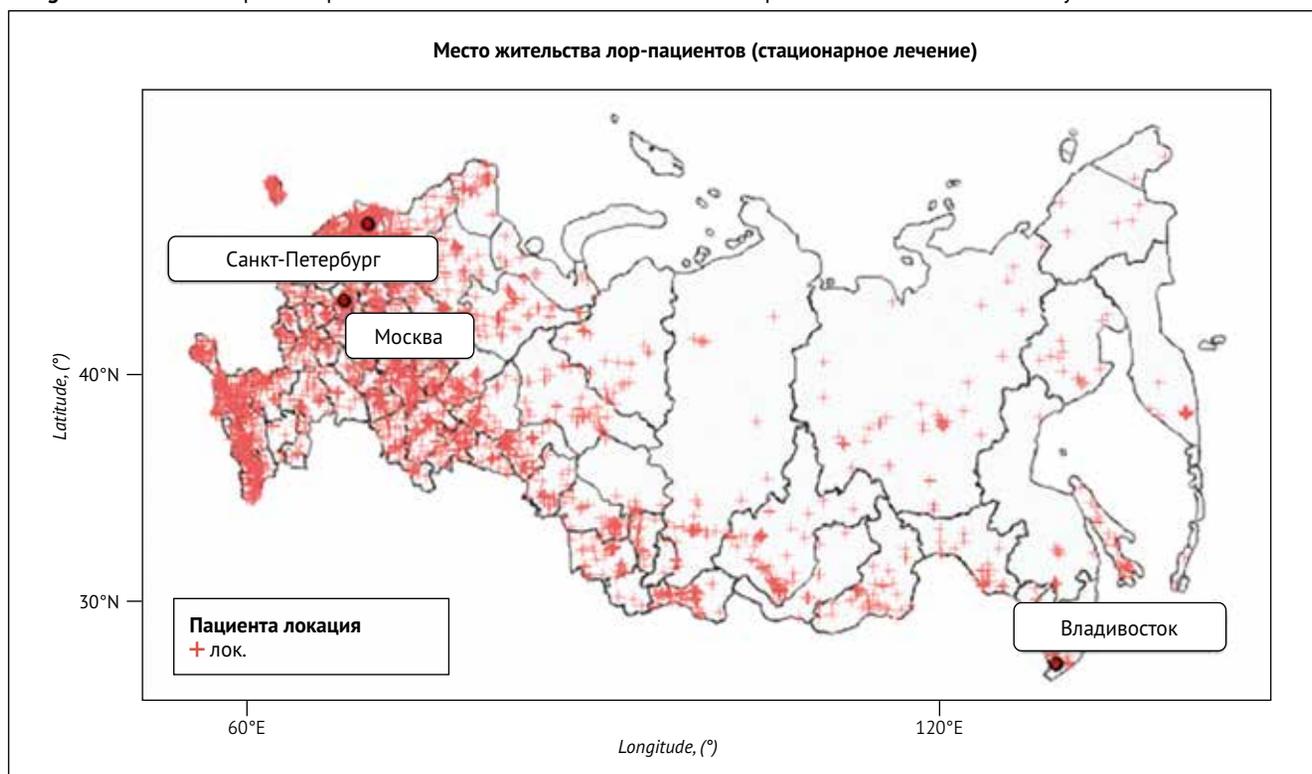
Исследование выполнялось по дизайну наблюдательного ретроспективного аналитического исследования, в котором время начала пандемии COVID-19 выступало в качестве фактора. Влияние этого фактора оценивалось с помощью нескольких показателей: долей иногородних пациентов, среднего расстояния до МЖП, размеров областей 95%-й плотности вероятности локаций пациентов.

В качестве материалов исследования использованы обезличенные данные пациентов, проходивших стационарное лечение в СПб НИИ лор (Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9) с января 2016 по декабрь 2022 г. (рис. 1). Использовали обезличенные данные случаев стационарного лечения в клиниках института (включающие МЖП и дату стационарного лечения).

Карта Российской Федерации с субъектами и городами получена через известный некоммерческий веб-картографический проект OpenStreetMap (OSM) с помощью запросов веб-инструмента Overpass Turbo (overpass-turbo.eu). Локации пациентов были искусственно закруглены с введенной случайной ошибкой ( $\epsilon$ ) до 5 сек дуги параллелей и меридианов (что составляет для широты Москвы примерно 100 м) и геокодированы с помощью разных бесплатных сервисов геокодирования из программы QGIS (сервисы mmqgis в версии QGIS 3.10.7-A Coruña).

В качестве основного программного продукта для решения пространственных задач была использована программная среда R и RStudio (версия 2023.06.1+524) с различными библиотеками для обработки и визуализации пространственных данных (sf, sp, ggplot2 и др.), которые хорошо зарекомендовали себя для решения широкого круга статистических задач [16–24]. Данные об административно-территориальном делении Российской Федерации (полигоны субъектов, городов

● **Рисунок 1.** Карта локаций пациентов из других городов, проходившие стационарное лечение с января 2016 по декабрь 2022 г.  
 ● **Figure 1.** Location map of the patients from other cities who underwent inpatient treatment from January 2016 to December 2022



и т. п.) получены с помощью веб-сервиса Overpass Turbo и экспортированы в R-формате geojson.

Для проверки гипотезы о равенстве долей иногородних пациентов (т. е. не из Санкт-Петербурга) до и после начала пандемии COVID-19 МЖП было категоризировано в две категории – Санкт-Петербург и не Санкт-Петербург, а время поступления на лечение – на до COVID-19 (до марта 2020 г.) и после COVID-19 (после марта 2020 г.). Из этих двух переменных были составлены таблицы сопряженности  $2 \times 2$  и вычислены меры ассоциации. В качестве меры ассоциации использовано отношение шансов OR (odds ratio) [25]. Ассоциация между фактором (событием начала пандемии COVID-19) и интересующей переменной-откликом (поступление на стационарное лечение иногороднего пациента) считалась статистически значимой, если значение 1 не попадало в 95%-й доверительный интервал OR.

Удаленность МЖП от СПб НИИ лор определялась в программной среде R с помощью функции `st_distance()`, входящей в пакет `sf`. Эта функция рассчитывала евклидово расстояние (в нашем случае в метрах) или расстояние по большой окружности между геометриями (координатами) двух точек: локацией СПб НИИ лор (широта, долгота) и локацией пациента (широта, долгота). Проверка гипотез о равенстве показателя удаленности МЖП от МО (среднего расстояния между МО и МЖП) проводилась с помощью тестовой статистики Уилкоксона для независимых выборок, называемой также критерием Манна – Уитни.

Для визуальной оценки распределения вероятности случайной величины расстояния от МЖП до МО использовались следующие визуальные средства:

- гистограммы расстояния от МЖП до МО для всех пациентов в исследовании в целом;
- гистограммы расстояния от МЖП до МО до и после начала пандемии COVID-19;
- полигоны плотности вероятности распределения расстояния от МЖП до МО до и после начала пандемии COVID-19.

МЖП были представлены на карте в виде отдельных точек, которые сформировали точечный паттерн. Для оценки плотности вероятности попадания локации пациента в определенные места карты использовался пакет `eks`. Получаемые с помощью функций `st_kde()` и `st_get_contour()` ядерные оценки плотности и ее контуры (изолинии) показывали области с одинаковой плотностью вероятности появления локаций пациентов: использован метод ядерной (оконной) оценки плотности KDE. Например, 25%-я вероятностная изолиния (область контура) – это наименьшая область, содержащая 25%-ю вероятностную массу (probability mass), определенную KDE, а 95%-я вероятностная изолиния представляет пространство с одинаковой 95%-й вероятностью попадания величины (точки локации пациента) в область, ограниченную изолиниями. Для пространственных данных метод достаточно подробно описан в публикации М. Gimond [26]. Изолинии вероятности предлагают визуальный и интуитивно понятный подход к пониманию пространственного распределения локаций [27–30].

Чтобы сделать вывод, насколько плотно сосредоточены локации пациентов до и после начала пандемии COVID-19, сравнивались площади 95%-х контуров (изолиний) ядерной оценки плотности вероятности. Для этой цели использовалась функция `st_area()`, для которой

в качестве аргумента использовались координаты (геометрии) 95%-х контуров (изолиний) ядерной оценки плотности вероятности.

Критическим значением ошибки первого рода была выбрана  $\alpha = 0,05$ . В исследуемый набор данных попали все пациенты, зарегистрированные в стационаре СПб НИИ ЛОР в период исследования, сплошным образом без предварительного отбора. Учитывая выбранный дизайн исследования, оценка размеров выборки не проводилась.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование проводилось в несколько последовательных этапов, включающих определение необходимых исходных данных (карты, данные государственной статистики, данные пациентов), конечных точек исследования, выгрузку обезличенных данных и геокодирование, вычисление частот и описательных статистик, проверку гипотез о наличии ассоциации между событием начала пандемии COVID-19 и пространственными статистиками (рис. 2).

В исследовании использованы данные всех зарегистрированных в медицинской информационной системе пациентов без какого-либо учета демографических, клинических, социальных характеристик. Чтобы избежать влияния (конфаундинга) пациентов из Санкт-Петербурга на вычисления удаленности и плотности вероятности пространственного распределения локаций пациентов, эти пациенты были удалены из набора данных. Кроме вычисления мер ассоциации начала пандемии и доли иногородних (т. е. не из Санкт-Петербурга), пациенты из Санкт-Петербурга в расчетах не учитывались (табл. 1). Дополнительные поправки на вмешивающиеся факторы в исследование не вводились. Для всех оценок популяционных параметров вычислялся 95%-й доверительный интервал.

### Изменение доли иногородних после пандемии COVID-19

Оценка изменения структуры находящихся на стационарном лечении пациентов после начала пандемии проводилась на основании соотношения частот местных (т. е. из Санкт-Петербурга) и иногородних пациентов. Для подсчета абсолютных частот пациентов по классам «местный – иногородний» для периодов до начала пандемии и после начала пандемии была рассчитана соответствующая таблица сопряженности с указанием сопутствующих тестовых статистик (критерий  $\chi^2$  с поправкой Йейтса и его уровня значимости).

Как следует из таблицы сопряженности, до начала пандемии иногородние пациенты составляли 62,1% от общего количества стационарных пациентов, после начала пандемии их доля, хотя и незначительно, увеличилась до 62,6%. С помощью критерия  $\chi^2$  с поправкой Йейтса (0,906 560 6, d.f. = 1, p = 0,341 028 6) гипотеза о равенстве долей иногородних пациентов до и после пандемии не была отклонена ( $p > 0,05$ ).

Визуально соотношение долей пациентов не из Санкт-Петербурга до и после начала пандемии представлено на мозаичной диаграмме. Серый (нецветной) цвет элементов подсказывает отсутствие оснований для

отклонения нулевой гипотезы. Прямоугольники, соответствующие долям пациентов не из Санкт-Петербурга до и после начала пандемии, выглядят примерно одинаково. Рядом с мозаичной диаграммой справа представлен сегментированный столбик с остатками Пирсона (разницы между наблюдаемым и ожидаемыми частотами,

● **Рисунок 2.** Общая блок-схема получения результатов  
● **Figure 2.** The general block diagram of obtaining the results



KDE – ядерная оценка плотности; OSM – картографический проект OpenStreetMap.  
KDE – Kernel Density Estimation; OSM – OpenStreetMap mapping project.

● **Таблица 1.** Количество госпитализированных иногородних пациентов до и после пандемии COVID-19 с января 2016 по декабрь 2022 г., (%)

● **Table 1.** The number of hospitalized patients from other cities before and after the COVID-19 from January 2016 to December 2022, (%)

Иногородние	До COVID-19	После COVID-19	Всего
Нет	7884 (37,9038%)	4298 (37,3609%)	12 182
Да	12 916 (62,0962%)	7206 (62,6391%)	20 122
Итого	20 800 (64,3883%)	11 504 (35,6117%)	32 304

долями в таблице сопряженности). Если этот столбик включает разноцветные сегменты (обычно красный цвет разной интенсивности крайних нижних сегмента означает, что наблюдений меньше, чем ожидалось, синий – больше), то это сигнализирует о наличии статистических оснований отклонить нулевую гипотезу. В нашем случае они не окрашены (имеют серый цвет), поэтому оснований отвергнуть нулевую гипотезу нет (рис. 3).

#### Изменение удаленности пациентов после пандемии COVID-19

Чтобы выбрать тестовую статистику и проверить гипотезу о том, что до и после пандемии COVID-19 степень удаленности МЖП не изменилась, вычисленные расстояния от МЖП (по отдельности) до СПб НИИ лор сначала были проверены на соответствие закону нормального распределения с помощью тестового критерия Колмогорова – Смирнова. По результатам проверки гипотеза о сходимости наблюдаемых данных с законом нормального распределения была отклонена, р-значение составило менее  $2,2 \cdot 10^{-16}$ . Таким образом, можно сделать вывод о несоответствии распределения вероятностей значений расстояния закону нормального распределения. В этих условиях для проверки гипотезы о равенстве среднего расстояния от МЖП до СПб НИИ лор был использован критерий Уилкоксона для независимых выборок.

До пандемии медиана расстояния составляла 1 419 416 м, интерквартильный размах (IQR) – 1 440 058 м. После начала пандемии COVID-19 медиана расстояния уменьшилась и составляла 1 405 666 м, IQR – 1 386 630 м.

На рис. 4 представлены диаграммы размаха (медиана, интерквартильный размах и др.) расстояния от МЖП до СПб НИИ лор для пациентов, поступивших на стационарное лечение до начала пандемии COVID-19 и после.

Значение тестовой статистики Уилкоксона составило 46 750 224,  $p = 0,1525$ . Так как р-значение составило менее 0,05, нулевая гипотеза отклонена и принята гипотеза о различиях среднего расстояния от МЖП до и после начала пандемии COVID-19.

**Области с высокой плотностью пространственного покрытия локациями пациентов до и после COVID-19.** Полигоны 95%-й плотности вероятности KDE и локация пациентов не из Санкт-Петербурга

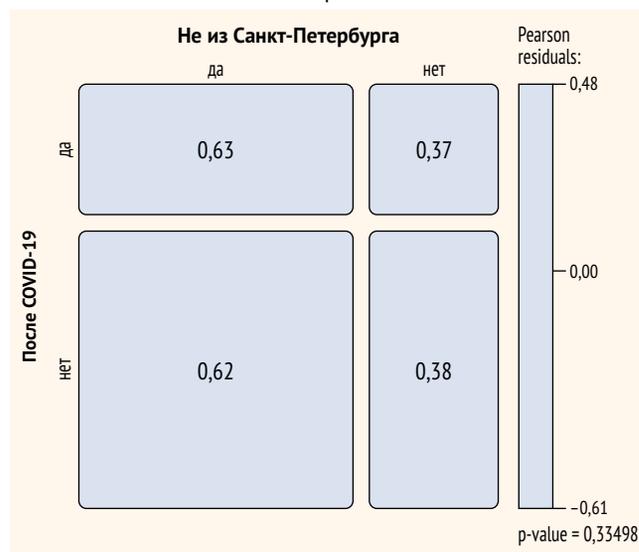
Для выявления пространственных зон, участков (областей) страны с повышенной плотностью проживания стационарных пациентов были вычислены и представлены на карте полигоны 95%-й плотности вероятности (KDE) их локаций. На рис. 5 представлены локация и полигоны (их контуры) для пациентов, лечившихся до и после начала пандемии COVID-19.

Территории МЖП до и после, отличаясь по площади, накладываются друг на друга, что видно по контурам полигонов. Для этих полигонов 95%-й плотности вероятности (KDE) для локаций пациентов до и после (рис. 6) была вычислена площадь, которая представлена в табл. 2.

Полигоны 95%-х контуров плотности вероятности пространственного нахождения увеличились с  $4,854 067 \cdot 10^{12} \text{ м}^2$  до пандемии COVID-19 до  $4,900 320 \cdot 10^{12} \text{ м}^2$  – после пандемии COVID-19.

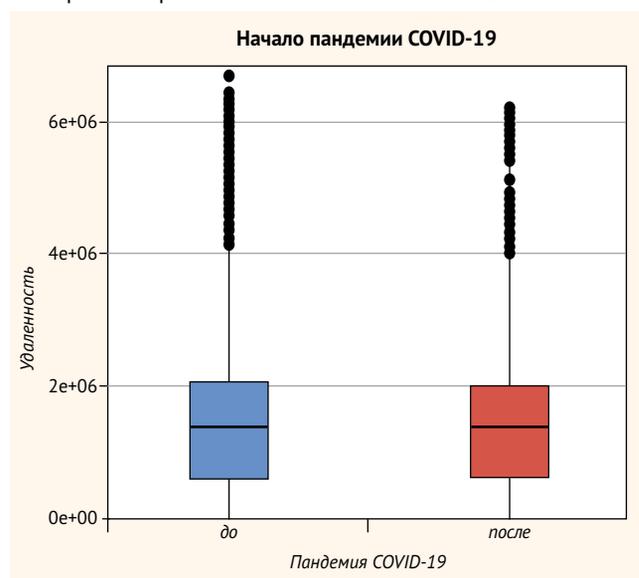
● **Рисунок 3.** Доля пациентов не из Санкт-Петербурга до и после пандемии COVID-19

● **Figure 3.** Proportion of non-Saint Petersburg patients before and after the COVID-19 pandemic



● **Рисунок 4.** Расстояние от места жительства пациентов до Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи в периоды до и после COVID-19

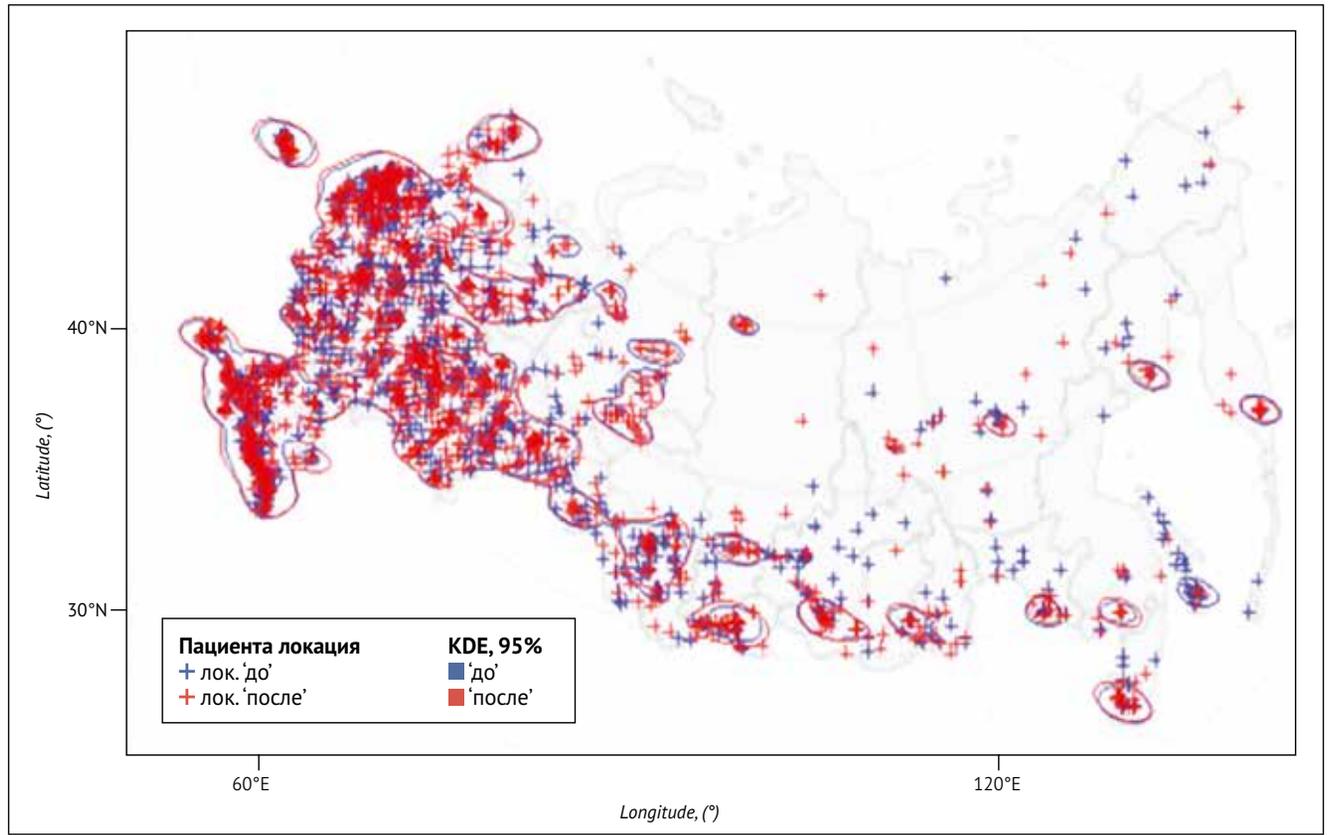
● **Figure 4.** Distance from the place of residence of patients to the St Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech in periods before and after COVID-19



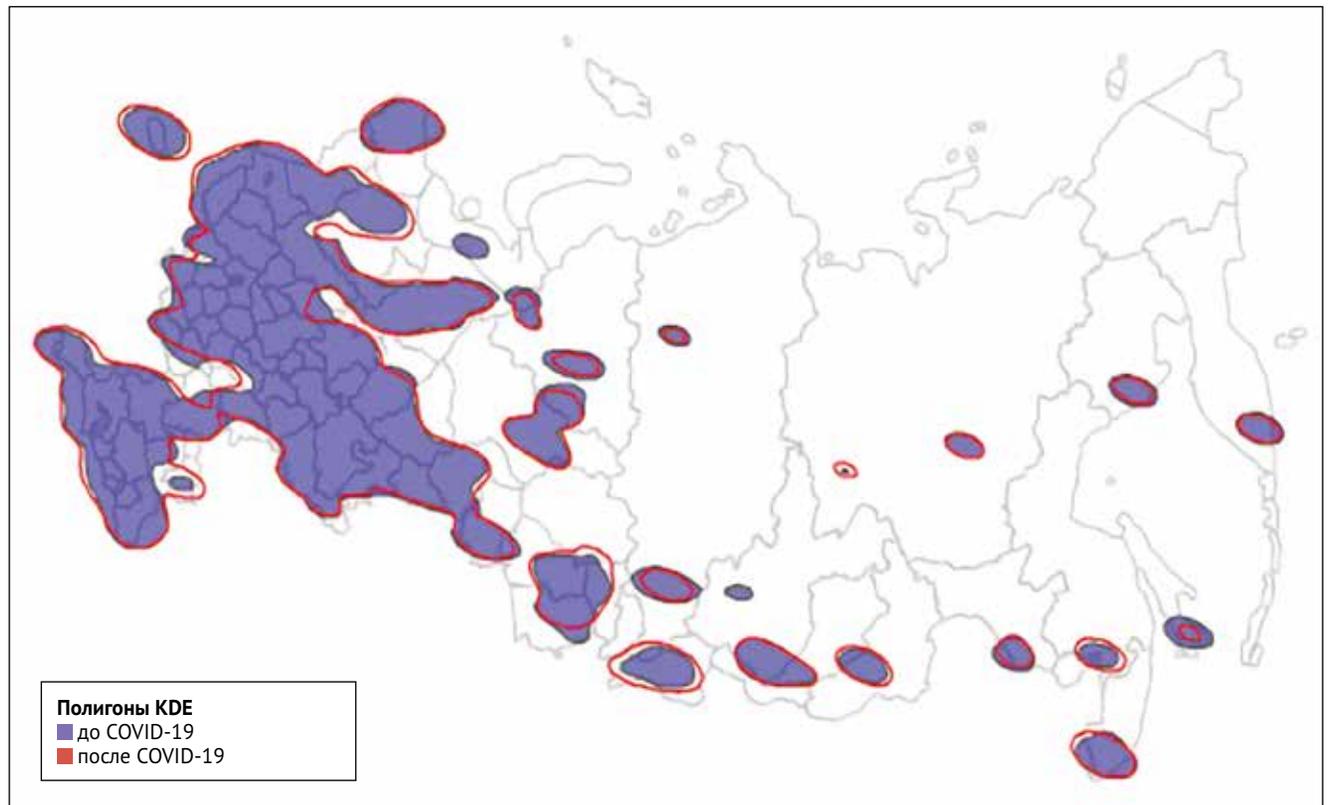
## ОБСУЖДЕНИЕ

После начала пандемии COVID-19 прекращение плановой стационарной оториноларингологической медицинской помощи и последующее возобновление планового приема вызвали некоторые изменения в соотношении местных (из Санкт-Петербурга) и иногородних пациентов. Как правило, иногородние пациенты, которые не могли получить специализированную оториноларингологическую помощь в своем регионе и достаточно долго находились в листах ожидания на ее получение в СПб НИИ лор, не отказывались от ее получения даже

● **Рисунок 5.** Полигоны 95%-й плотности вероятности KDE и локации пациентов (не из Санкт-Петербурга) до и после COVID-19  
 ● **Figure 5.** Polygons of 95% probability density of KDE and location of patients (not from St Petersburg) before and after COVID-19



● **Рисунок 6.** Территории локаций пациентов (без Санкт-Петербурга) до и после начала COVID-19. Территории до и после накладываются друг на друга, немногим отличаясь по контурам полигонов (полигоны 95%-й плотности вероятности KDE)  
 ● **Figure 6.** Territories of patient locations (without St Petersburg) before and after the onset of COVID-19. Territories before and after are superimposed on each other with little difference in polygon contours (polygons of 95% probability density KDE)



● **Таблица 2.** Площадь 95%-го контура KDE до и после COVID-19, м<sup>2</sup>

● **Table 2.** Area of 95% KDE circuit before and after COVID-19, m<sup>2</sup>

COVID-19	Area95_m <sup>2</sup>
До COVID-19	4 854 067 064 578,00
После COVID-19	4 900 319 653 348,03

в этих эпидемиологических условиях. Однако представление обоснования этому утверждению выходит за рамки задач этой статьи и здесь не приводится. В целом же можно утверждать, что через 2 года после начала пандемии доля иногородних пациентов статистически вернулась к своим обычным значениям для плановой медицинской помощи (по данным с января 2016 по декабрь 2022 г.). Гипотеза о равенстве долей иногородних пациентов до и после начала пандемии не была отклонена ( $p > 0,05$ ).

Как показали результаты проверки гипотезы о влиянии начала пандемии на удаленность локаций пациентов, существенных различий на этот показатель пандемия не оказала. Пациент не стал более «близким» по МЖП или более «далеким». Во многих случаях этот показатель имеет в своей основе эпидемиологию оториноларингологических болезней, с которыми стационарно

лечатся в СПб НИИ лор и на которые не оказала влияние пандемия.

Как показали результаты вычисления площади с повышенной плотностью проживания стационарных пациентов СПб НИИ лор, территориальный (пространственный) охват лечением в федеральном оториноларингологическом стационаре не стал меньше, а даже увеличился. Возможно, на это повлияли результаты активного администрирования процесса приема стационарных пациентов, выдачи направлений пациентам из отдаленных регионов, а также возможности получения помощи такого уровня, как в СПб НИИ лор.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом после возобновления плановой стационарной оториноларингологической помощи ее доступность, которую косвенно можно оценить с помощью пространственного статистического анализа МЖП, не изменилась. Можно даже говорить об увеличении числа пациентов из более удаленных от федерального стационара мест. Это может являться результатом многих причин, в т. ч. административного характера.

Поступила / Received 02.10.2023  
Поступила после рецензирования / Revised 15.10.2023  
Принята в печать / Accepted 15.10.2023



## Список литературы / References

- Tan BYQ, Chew NWS, Lee GKH, Jing M, Goh Y, Yeo LLL et al. Psychological Impact of the COVID-19 Pandemic on Health Care Workers in Singapore. *Ann Intern Med.* 2020;173(4):317–320. <https://doi.org/10.7326/m20-1083>.
- Lai J, Ma S, Wang Y, Cai Z, Hu J, Wei N et al. Factors Associated With Mental Health Outcomes Among Health Care Workers Exposed to Coronavirus Disease 2019. *JAMA Netw Open.* 2020;3(3):e203976. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.3976>.
- Gasteiger L, Putzer G, Hoerner E, Joannidis M, Mayerhöfer T, Hell T et al. COVID-19 Pandemic Did not Influence Number of Oncologic and Emergency Surgeries: A Retrospective Cohort Study from a Tertiary Hospital in Austria. *Ann Surg Oncol.* 2023;30(12):7291–7298. <https://doi.org/10.1245/s10434-023-14164-1>.
- Lasalvia A, Bodini L, Amaddeo F, Porru S, Carta A, Poli R, Bonetto C. The Sustained Psychological Impact of the COVID-19 Pandemic on Health Care Workers One Year after the Outbreak – A Repeated Cross-Sectional Survey in a Tertiary Hospital of North-East Italy. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(24):13374. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413374>.
- Rosales Vaca KM, Cruz Barrientos OI, Girón López S, Noriega S, More Árias A, Guariente SMM, Zazula R. Mental health of healthcare workers of Latin American countries: a review of studies published during the first year of COVID-19 pandemic. *Psychiatry Res.* 2022;311:114501. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2022.114501>.
- Kapoor D, Ramavat AS, Mehndiratta M, Agrawal A, Arora V, Goel A. Impact of coronavirus disease 2019 on ENT clinical practice and training: the resident's perspective. *J Laryngol Otol.* 2021;135(12):1037–1041. <https://doi.org/10.1017/S0022215121002814>.
- Albilasi TM, Albkiry YA, AlGhamdi FR, Alenezi MM, Albilasi BM. Impact of COVID-19 on otolaryngology head & neck speciality and residency program in Saudi Arabia. *Ann Med Surg (Lond).* 2022;74:105271. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.105271>.
- Momin N, Nguyen J, McKinnon B. Effects of SARS-CoV-2 on the Practice of Otolaryngology. *South Med J.* 2021;114(6):327–333. <https://doi.org/10.14423/SMJ.0000000000001263>.
- Chan JYK, Wong EWY, Lam W. Practical Aspects of Otolaryngologic Clinical Services During the 2019 Novel Coronavirus Epidemic: An Experience in Hong Kong. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;146(6):519–520. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2020.0488>.
- Yasmin F, Shujauddin SM, Naeem A, Jabean A, Shah SMI, Ochan RK et al. Exploring the impact of the COVID-19 pandemic on provision of cardiology services: a scoping review. *Rev Cardiovasc Med.* 2021;22(1):83–95. <https://doi.org/10.31083/j.rcm.2021.01.241>.
- Корнеевков АА, Овчинников ПА, Вяземская ЕЭ, Фанта ИВ, Дворяничков ВВ, Янов ЮК. Оценка эмоционального состояния медицинского персонала и изменений поведения под влиянием пандемии COVID-19: результаты кросс-секционного опроса медицинских работников. *Российская оториноларингология.* 2022;21(4):35–45. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-4-35-45>.
- Korneenkov AA, Ovchinnikov PA, Vyazemskaya EE, Fanta IV, Dvoryanchikov VV, Yanov YuK. Assessment of health staff emotional state and behavioural changes as a result of the COVID-19 pandemic: results of a cross-sectional survey of healthcare workers. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya.* 2022;21(4):35–45. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-4-35-45>.
- Akova İ, Kiliç E, Özdemir ME. Prevalence of Burnout, Depression, Anxiety, Stress, and Hopelessness Among Healthcare Workers in COVID-19 Pandemic in Turkey. *Inquiry.* 2022;59:469580221079684. <https://doi.org/10.1177/00469580221079684>.
- Корнеевков АА, Левина ЕА, Вяземская ЕЭ, Левин СВ, Скирпичников ИН. Пространственный кластерный анализ в моделировании доступности медицинской помощи пожилым пациентам с нарушениями слуха. *Российская оториноларингология.* 2021;20(6):8–19. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-8-19>.
- Korneenkov AA, Levina EA, Vyazemskaya EE, Levin SV, Skirpichnikov IN. Spatial cluster modeling of access of elderly patients with hearing loss to medical services. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya.* 2021;20(6):8–19. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-8-19>.
- Корнеевков АА, Рязанцев СВ, Левин СВ, Храмов АВ, Вяземская ЕЭ, Скирпичников ИН и др. Пространственно-статистический анализ данных о нарушениях слуха у жителей Челябинской области. *Российская оториноларингология.* 2021;20(3):39–50. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-3-39-50>.
- Korneenkov AA, Ryazantsev SV, Levin SV, Khramov AV, Vyazemskaya EE, Skirpichnikov IN et al. Spatial and statistical analysis of hearing impairment data of Chelyabinsk region residents. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya.* 2021;20(3):39–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-3-39-50>.
- Корнеевков АА, Рязанцев СВ, Фанта ИВ, Вяземская ЕЭ, Левин СВ, Левина ЕА. Пространственный анализ данных в эпидемиологии сенсорно-невральной тугоухости. *Российская оториноларингология.* 2020;19(4):13–20. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-4-13-20>.
- Korneenkov AA, Ryazantsev SV, Fanta IV, Vyazemskaya EE, Levin SV, Levina EA. Spatial Data Analysis in epidemiology of sensorineural hearing loss. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya.* 2020;19(4):13–20. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-4-13-20>.

16. Корнеев АА, Рязанцев СВ, Вяземская ЕЭ. Вычисление и интерпретация показателей информативности диагностических медицинских технологий. *Медицинский совет*. 2019;(20):45–51. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-20-45-51>.  
Korneenkov AA, Ryazantsev SV, Vyazemskaya EE. Calculation and interpretation of indicators of informativeness of diagnostic medical technologies. *Meditsinskiy Sovet*. 2019;(20):45–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-20-45-51>.
17. Корнеев АА. Визуализация результатов метаанализа клинических исследований. *Российская оториноларингология*. 2019;18(1):8–15. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2019-1-8-15>.  
Korneenkov AA. Visualization of the results of a meta-analysis of clinical studies. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2019;18(1):8–15. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2019-1-8-15>.
18. Корнеев АА, Фанта ИВ, Вяземская ЕЭ. Оценка динамики симптомов болезни методами анализа выживаемости. *Российская оториноларингология*. 2019;18(4):8–14. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2019-4-8-14>.  
Korneenkov AA, Fanta IV, Vyazemskaya EE. The assessment of disease symptom dynamics using survival analysis methods. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2019;18(4):8–14. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2019-4-8-14>.
19. Корнеев АА, Рязанцев СВ, Вяземская ЕЭ, Будковская МА. Меры информативности диагностических медицинских технологий в оториноларингологии: вычисление и интерпретация. *Российская оториноларингология*. 2020;19(1):46–55. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-1-46-55>.  
Korneenkov AA, Ryazantsev SV, Vyazemskaya EE, Budkovskaya MA. The measures of informativeness of diagnostic medical technologies in otorhinolaryngology: calculation and interpretation. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2020;19(1):46–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-1-46-55>.
20. Корнеев АА, Коноплев ОИ, Фанта ИВ, Левин СВ, Вяземская ЕЭ. Статистический анализ и оценка клинического эффекта на основе фактора Байеса в оториноларингологии. *Российская оториноларингология*. 2020;19(5):14–24. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-5-14-24>.  
Korneenkov AA, Konoplev OI, Fanta IV, Levin SV, Vyazemskaya EE. Statistical analysis and estimation of clinical effect based on Bayes factor for otorhinolaryngology. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2020;19(5):14–24. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-5-14-24>.
21. Корнеев АА, Овчинников ПА, Вяземская ЕЭ, Дворянчиков ВВ, Рязанцев СВ, Янов ЮК, Фанта ИВ. Оценка условий труда и риски, обусловленные пандемией COVID-19: результаты онлайн-опроса персонала медицинских организаций. *Медицинский совет*. 2023;(7):160–169. <https://doi.org/10.21518/ms2023-071>.  
Korneenkov AA, Ovchinnikov PA, Vyazemskaya EE, Dvoryanchikov VV, Ryazantsev SV, Yanov YuK, Fanta IV. Assessment of working conditions and risks caused by the COVID-19 pandemic: results of an online survey of personnel of medical organizations. *Meditsinskiy Sovet*. 2023;(7):160–169. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-071>.
22. Корнеев АА, Овчинников ПА, Резванцев МВ, Вяземская ЕЭ, Дворянчиков ВВ, Будковская МА. Оптимальный подбор пар субъектов в исследованиях дизайна «случай-контроль»: демонстрация метода сопоставления на примере анализа влияния пандемии COVID-19 на персонал медицинских организаций. *Российская оториноларингология*. 2022;21(5):34–46. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-5-34-46>.  
Korneenkov AA, Ovchinnikov PA, Rezvantsev MV, Vyazemskaya EE, Dvoryanchikov VV, Budkovskaya MA. Optimal selection of pairs of subjects in case-control studies: demonstration of matching method using example of analysis of impact of COVID-19 pandemic on staff of medical organizations. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2022;21(5):34–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-5-34-46>.
23. Алиев БГ, Спичко АА, Сайганов СА, Мазуров ВИ, Корнеев АА, Мансуров ДШ и др. Оценка динамики качества жизни после артропластики тазобедренного и коленного суставов у коморбидных пациентов. *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова*. 2023;15(1):33–42. <https://doi.org/10.17816/mechnikov112015>.  
Aliev BG, Spichko AA, Saiganov SA, Mazurov VI, Korneenkov AA, Mansurov DS et al. Evaluation of the quality of life dynamics in comorbid patients with hip and knee joint arthroplasty. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2023;15(1):33–42. <https://doi.org/10.17816/mechnikov112015>.
24. Корнеев АА, Янов ЮК, Рязанцев СВ, Вяземская ЕЭ, Асташенко СВ, Рязанцева ЕС. Метаанализ клинических исследований в оториноларингологии. *Вестник оториноларингологии*. 2020;85(2):26–30. <https://doi.org/10.17116/otorino20208502126>.  
Korneenkov AA, Yanov YuK, Ryazantsev SV, Vyazemskaya EE, Astashchenko SV, Ryazantseva ES. A meta-analysis of clinical studies in otorhinolaryngology. *Vestnik Oto-Rino-Laringologii*. 2020;85(2):26–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/otorino20208502126>.
25. Корнеев АА, Фанта ИВ. Оценка размера эффекта клинического воздействия в оториноларингологии. *Российская оториноларингология*. 2020;19(2):42–50. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-2-42-50>.  
Korneenkov AA, Fanta IV. Estimation of the effect size of clinical intervention in otorhinolaryngology. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2020;19(2):42–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-2-42-50>.
26. Gimond M. *Intro to GIS and Spatial Analysis*. 2023. Available at: <https://mgimond.github.io/Spatial/>.
27. Chacón JE, Duong T. *Multivariate Kernel Smoothing and Its Applications*. New York: Chapman and Hall/CRC; 2018. 248 p. <https://doi.org/10.1201/9780429485572>.
28. Wang J, McDonald N, Cochran AL, Oluyede L, Wolfe M, Prunkl L. Health care visits during the COVID-19 pandemic: A spatial and temporal analysis of mobile device data. *Health Place*. 2021;72:102679. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102679>.
29. Корнеев АА, Бахилин ВМ, Абдурахманов МА, Сердюков СВ. Математико-статистические методы анализа кардиореспираторной координации у больных с заиканием. *Российская оториноларингология*. 2018;17(5):50–57. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2018-5-50-57>.  
Korneenkov AA, Bakhilin VM, Abdurakhmanov MA, Serdyukov SV. Mathematical-statistical methods of analysis of cardiorespiratory coordination in the patients with stuttering. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2018;17(5):50–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2018-5-50-57>.
30. Pebesma E. Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data PDF download. *The R Journal*. 2018;10(1):439–446. <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>.

### Вклад авторов:

Концепция статьи – А.А. Корнеев  
 Концепция и дизайн исследования – А.А. Корнеев, П.А. Овчинников  
 Написание текста – А.А. Корнеев, Е.Э. Вяземская  
 Сбор и обработка материала – Е.Э. Вяземская, А.Ю. Медведева  
 Обзор литературы – А.А. Корнеев  
 Перевод на английский язык – П.А. Овчинников  
 Анализ материала – А.А. Корнеев, Е.Э. Вяземская, А.Ю. Медведева  
 Статистическая обработка – А.А. Корнеев, Е.Э. Вяземская, А.Ю. Медведева  
 Редактирование – Ю.К. Янов  
 Утверждение окончательного варианта статьи – А.А. Корнеев

### Contribution of authors:

Concept of the article – Aleksei A. Korneenkov  
 Study concept and design – Aleksei A. Korneenkov, Pavel A. Ovchinnikov  
 Text development – Aleksei A. Korneenkov, Elena E. Vyazemskaya  
 Collection and processing of material – Elena E. Vyazemskaya, Anna Yu. Medvedeva  
 Literature review – Aleksei A. Korneenkov  
 Translation into English – Pavel A. Ovchinnikov  
 Material analysis – Aleksei A. Korneenkov, Elena E. Vyazemskaya, Anna Yu. Medvedeva  
 Statistical processing – Aleksei A. Korneenkov, Elena E. Vyazemskaya, Anna Yu. Medvedeva  
 Editing – Yuri K. Yanov  
 Approval of the final version of the article – Aleksei A. Korneenkov

---

**Информация об авторах:**

**Корнеенков Алексей Александрович**, д.м.н., профессор, заведующий научно-исследовательской лаборатории клинической информатики и биостатистики, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; korneyenkov@gmail.com

**Овчинников Павел Александрович**, к.м.н., начальник 60-го оториноларингологического отделения, 3-й Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневого; 143409, Россия, Московская обл., Красногорск, ул. Светлая, д. 11; generallor@mail.ru

**Вяземская Елена Эмильевна**, инженер научно-исследовательской лаборатории клинической информатики и биостатистики, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; vyazemskaya.elena@gmail.com

**Медведева Анна Юрьевна**, техник научно-исследовательской лаборатории клинической информатики и биостатистики, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; smandtafo@yandex.ru

**Янов Юрий Константинович**, академик РАН, д.м.н., профессор, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 191015, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41; 9153864@mail.ru

**Information about authors:**

**Aleksei A. Korneenkov**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Research Laboratory of Clinical Informatics and Biostatistics, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia; korneyenkov@gmail.com

**Pavel A. Ovchinnikov**, Cand. Sci. (Med.), Head of the 60<sup>th</sup> Otorhinolaryngological Department, 3<sup>rd</sup> Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky; 11, Svetlaya St., Krasnogorsk, Moscow Region, 143409, Russia; generallor@mail.ru

**Elena E. Vyazemskaya**, Engineer, Research Laboratory of Clinical Informatics and Biostatistics, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia; vyazemskaya.elena@gmail.com

**Anna Yu. Medvedeva**, Technician, Research Laboratory of Clinical Informatics and Biostatistics, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia; vyazemskaya.elena@gmail.com

**Yuri K. Yanov**, Acad. RAS, Dr. Sci. (Med.), Professor, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 191015, Russia; 9153864@mail.ru