



Картографический анализ эпидемиологической ситуации по туберкулезу в регионе с низким уровнем заболеваемости туберкулезом

И.С. Лапшина^{1,2}, М.В. Захарова¹, Э.Б. Цыбикова²

¹ ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского», ул. Степана Разина, д. 26, г. Калуга, 248023, Российская Федерация

² ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России, ул. Добролюбова, д. 11, г. Москва, 127254, Российская Федерация

Резюме

Введение. Снижение заболеваемости туберкулезом в субъектах Российской Федерации сопровождается пространственной неоднородностью в распределении впервые выявленных случаев заболевания ТБ в муниципальных районах, входящих в их состав, что требует оптимизации планирования ежегодных периодических осмотров, направленных на раннее выявление ТБ среди населения.

Цель исследования: изучение пространственного распределения впервые выявленных случаев заболевания туберкулезом в муниципальных районах Калужской области.

Материалы и методы. Сведения из форм Росстата № 8 и 30 за 2019–2023 гг. Картографирование и пространственный анализ проведены с использованием «Свободной географической информационной системы с открытым кодом» (QGIS), v. 3.36.1 (<https://qgis.org/ru/site/>) и программы Statistica (<https://www.tibco.com/>). Для анализа использованы коэффициент корреляции (r) и критерий Фишера (F -критерий). Различия признавались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты. На территории Калужской области определено два кластера, в которых проживало 459 впервые выявленных пациентов с ТБ. В Северном кластере было зарегистрировано 75 % пациентов с впервые выявленным ТБ. Плотность проживания пациентов с ТБ в Северном кластере на территории площадью 1 км² была в 4 раза выше по сравнению с Южным кластером. Доля выявленных пациентов с ТБ в Северном кластере в 2021 г. составляла 71,7, в 2022 г. – 78,8, в 2023 г. – 79 % от их общего числа, что свидетельствовало о более высоком риске распространения ТБ среди населения, проживающего на этой территории.

Заключение. Анализ пространственного распределения впервые выявленных случаев заболевания ТБ в муниципальных районах субъектов РФ с использованием методов кластерного анализа позволяет своевременно принять меры по оптимизации планирования ежегодных периодических осмотров, направленных на раннее выявление ТБ среди населения.

Ключевые слова: заболеваемость туберкулезом, флюорография, картографирование, кластеризация.

Для цитирования: Лапшина И.С., Захарова М.В., Цыбикова Э.Б. Картографический анализ эпидемиологической ситуации по туберкулезу в регионе с низким уровнем заболеваемости туберкулезом // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 11. С. 50–56. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-11-50-56

Mapping the Distribution of Detected Cases in the Region with a Low Tuberculosis Incidence Rate

Irina S. Lapshina,^{1,2} Marina V. Zakharova,¹ Erzheny B. Tsybikova²

¹ Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, 26 Stepan Razin Street, Kaluga, 248023, Russian Federation

² Russian Research Institute of Health, 11 Dobrolyubov Street, Moscow, 127254, Russian Federation

Summary

Introduction: A decrease in the incidence of tuberculosis (TB) in the regions of the Russian Federation is accompanied by spatial heterogeneity in the distribution of detected TB cases in their municipal districts, which requires optimization of planning annual periodic health examinations aimed at early detection of TB in the population.

Objective: To establish spatial distribution of detected tuberculosis cases in the municipal districts of the Kaluga Region.

Materials and methods: We used data from Rosstat report forms Nos. 8 and 30 for 2019–2023, QGIS 3.36.1, and Statistica software to map the spatial distribution of detected TB cases. The correlation coefficient (r) and the Fisher's exact test were used for the analysis. The differences were regarded as statistically significant at $p < 0.05$.

Results: We identified the Northern and the Southern Clusters comprising 459 detected TB cases in the Kaluga Region, the former including 75 % of the patients. The density of TB cases in the Northern Cluster per square kilometer was 4 times higher than in the Southern Cluster. Tuberculosis case detection rates in the Northern Cluster were 71.7 %, 78.8 %, and 79 % in the years 2021, 2022, and 2023, respectively, which indicated a higher risk of TB spread among the population living in this territory.

Conclusion: The cluster analysis of spatial distribution of newly detected TB cases across municipal districts of the constituent entities of the Russian Federation allows timely measures to be taken to optimize scheduling of annual tuberculosis screening among the population.

Keywords: tuberculosis incidence, photofluorography, mapping, clustering.

Cite as: Lapshina IS, Zakharova MV, Tsybikova EB. Mapping the distribution of detected cases in the region with a low tuberculosis incidence rate. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(11):50–56. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-11-50-56

Введение. За последние годы в России заболеваемость туберкулезом (ТБ) ежегодно снижается: за период с 2016 по 2023 г. ее значение снизилось в 1,8 раза и в 2023 г. составляло 29,6 на 100 тыс. населения [1]. В Калужской области снижение заболеваемости ТБ происходило более интенсивно, и за этот же период времени ее значение снизилось в 2,4 раза и в 2023 г. составляло 17,1 на 100 тыс. населения. Вместе с тем в субъектах Российской Федерации (РФ) наблюдается значительная неравномерность в уровнях заболеваемости ТБ, которая прослеживается и внутри каждого субъекта РФ [2–6]. Научных работ, посвященных изучению пространственной дифференциации заболеваемости ТБ в субъектах РФ, немного [7, 8]. Среди них преобладают работы, посвященные проблеме пространственного распределения очагов ТБ инфекции, для визуализации которых используется картографический метод на основе геоинформационных систем (ГИС) [9–11].

Снижение заболеваемости ТБ в субъектах РФ сопровождается пространственной неоднородностью в распределении впервые выявленных случаев заболевания ТБ в муниципальных районах, входящих в их состав, что требует оптимизации планирования ежегодных периодических осмотров, направленных на раннее выявление ТБ среди населения.

Цель исследования: изучение пространственного распределения впервые выявленных случаев заболевания туберкулезом в муниципальных районах Калужской области

Материалы и методы. Проведено ретроспективное картографическое исследование впервые выявленных случаев туберкулеза в Калужской области в 2021–2023 гг. Для анализа заболеваемости ТБ в Калужской области изучены сведения из формы федерального статистического наблюдения № 8 «Сведения о заболеваниях активным туберкулезом»; для оценки охвата взрослого населения (≥ 18 лет) области периодическими осмотрами методом флюорографии использованы сведения из формы федерального статистического наблюдения № 30 «Сведения о медицинской организации» за 2019–2023 гг.

Для проведения картографирования и кластерного анализа распределения впервые выявленных случаев заболевания ТБ в муниципальных районах Калужской области изучена генеральная совокупность впервые выявленных случаев заболевания ТБ ($n = 459$). Картографирование и пространственный анализ проводился с помощью QGIS – Свободная географическая информационная система с открытым кодом, v. 3.36.1 (<https://qgis.org/ru/site/>) и Statistica – программный пакет для статистического анализа, разработанный компанией StatSoft, правообладатель – компания TIBCO (США) (<https://www.tibco.com/>).

Для выполнения поставленной цели по выделению кластеров в пакете Statistica использовался один из инструментов Многомерного разведочного анализа (Multivariate Exploratory Techniques), относящийся к группе Методов кластерного анализа (Cluster Analysis), а именно кластеризация методом k -средних (k -means clustering). Сущность метода

состоит в том, что если количество кластеров k , которое необходимо получить в результате объединения, задано заранее, то первые k наблюдений, содержащихся в файле, используются как первые кластеры. Расстояние между объектом и кластером определяется как евклидово расстояние между объектом и центром тяжести кластера по формуле (1):

$$\rho_2(X_i, X_j) = \left[\sum_{k=1}^p (x_{ki} - x_{kj})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

где x_{ki}, x_{kj} – измерение объекта;

p – мерное евклидово пространство.

При последующих шагах кластерный центр заменяется наблюдением в том случае, если наименьшее расстояние от него до кластерного центра больше расстояния между двумя ближайшими кластерами. В соответствии с этим правилом подлежит замене тот кластерный центр, который находится ближе всего к данному наблюдению. Таким образом, образуется новый набор исходных кластерных центров. Для завершения шага процедуры рассчитывается новое положение центров кластеров, а наблюдения перераспределяются между кластерами с измененными центрами. Этот итерационный процесс продолжается до тех пор, пока кластерные центры не перестанут изменять свое положение или не будет достигнуто максимальное число итераций.

Для анализа полученных данных использовались стандартные статистические методы: коэффициент корреляции (r), границы 95 % доверительного интервала и дисперсионный анализ (критерий Фишера F). Различия признавались значимыми при значении $p < 0,05$.

Результаты. В Калужской области заболеваемость ТБ за последние 5 лет (2019–2023 гг.) снизилась в два раза с 34,2 до 17,1 на 100 тыс. населения. Темпы снижения за этот период времени составили 50 %. Доля взрослого населения (≥ 18 лет) области, охваченная флюорографией, в 2021–2023 гг. находилась в диапазоне от 57,9 до 76,8 % и в среднем составляла 67,4 %. Результаты корреляционного анализа не выявили достоверной взаимосвязи между показателями заболеваемости ТБ и долей населения (≥ 18 лет), охваченного флюорографией ($r = -0,2, p = 0,756$) (табл. 1). Полученные результаты свидетельствуют о снижении значимости сплошных профилактических осмотров всего населения на туберкулез и указывают на необходимость новых подходов к раннему выявлению туберкулеза.

Далее было изучено пространственное распределение 459 впервые выявленных случаев заболевания ТБ в 24 муниципальных районах Калужской области в 2021–2023 гг. (рис. 1).

Применение метода k -средних позволило выделить классификацию территории Калужской области по числу пациентов с впервые выявленным ТБ. Результаты кластерного анализа позволили установить, что количество выделяемых районов было равно двум (Южный и Северный), так как это показано на карте (рис. 2). В Северном кластере проживало 344 (74,9 %) пациента с ТБ, а в Южном – 115 (25,1 %).

Таблица 1. Результаты корреляционного анализа между показателями заболеваемости ТБ и долей населения (≥ 18 лет), обследованного методом флюорографии, Калужская область, 2019–2023 гг.
Table 1. Results of the correlation analysis between the TB incidence rate and the proportion of the population aged 18 years and older screened using chest photofluorography in the Kaluga Region, 2019–2023

Показатель / Indicator	Годы / Years					$r = -0,2$ $p = 0,719$
	2019	2020	2021	2022	2023	
Заболеваемость ТБ, показатель на 100 000 населения / TB incidence rate, per 100,000 population	34,2	23,2	22,3	20,5	16,6	
Доля населения (≥ 18 лет), обследованная методом флюорографии, % / Proportion of the population aged 18 years and older screened, %	68,2	57,9	69,8	63,1	76,8	

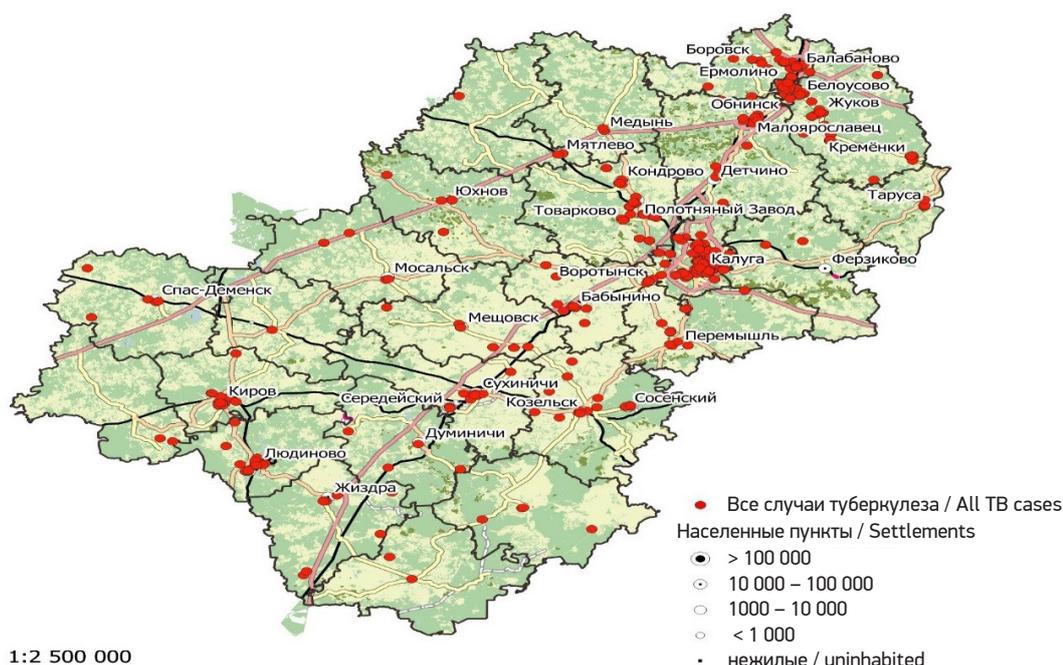


Рис. 1. Пространственное распределение 459 впервые выявленных случаев заболевания ТБ в 24 муниципальных районах Калужской области, 2021–2023 гг.

Fig. 1. Spatial distribution of 459 newly detected TB cases across 24 municipal districts of the Kaluga Region, 2021–2023

Итоги дисперсионного анализа (Analysis of Variance) подтвердили достоверность результатов проведенного кластерного анализа на уровне значимости $< 5\%$ (табл. 2).

Оценка качества процедуры кластеризации была выполнена с использованием критерия Фишера (F -критерия). В данном случае значение F -критерия было очень высоким, поэтому влияние расстояния между точками на плотность распределения пациентов с впервые выявленным ТБ является достоверным. Учитывая тот факт, что наблюдаемый уровень значимости был $< 5\%$, предложенную классификацию можно было рассматривать как достаточно корректную.

Следует особо подчеркнуть, что в Северный кластер входило 11 муниципальных районов и 2 городских округа, в которых было сосредоточено 75 % пациентов с впервые выявленным ТБ, в то время как в Южный – 13 муниципальных районов, в которых проживало 25 % пациентов с ТБ.

Плотность распределения пациентов с впервые выявленным ТБ с учетом площади территории Северного кластера, равной 13 300,35 км², а Южного кластера – 16 515,42 км² [12], составляла: в Северном кластере в среднем за 3 изучаемых года 0,0088 пациента на 1 км², а в Южном – 0,0021 пациента на 1 км². Таким образом, в Северном кластере на территории, площадь которой составляла 1 км², проживало в 4,2 раза больше пациентов с впервые выявленным ТБ по сравнению с Южным кластером ($p < 0,001$) (табл. 3). Плотность населения в Северном кластере в среднем в 2021–2023 гг. составляла 60,8 человек на 1 км², что значительно выше плотности населения в Южном кластере – 13,2 человек на 1 км² ($p < 0,001$).

Обсуждение. Результаты исследования показали, что в Северном кластере на протяжении последних трех лет было зарегистрировано около 75 % пациентов с впервые выявленным ТБ. При этом доля пациентов с впервые выявленным

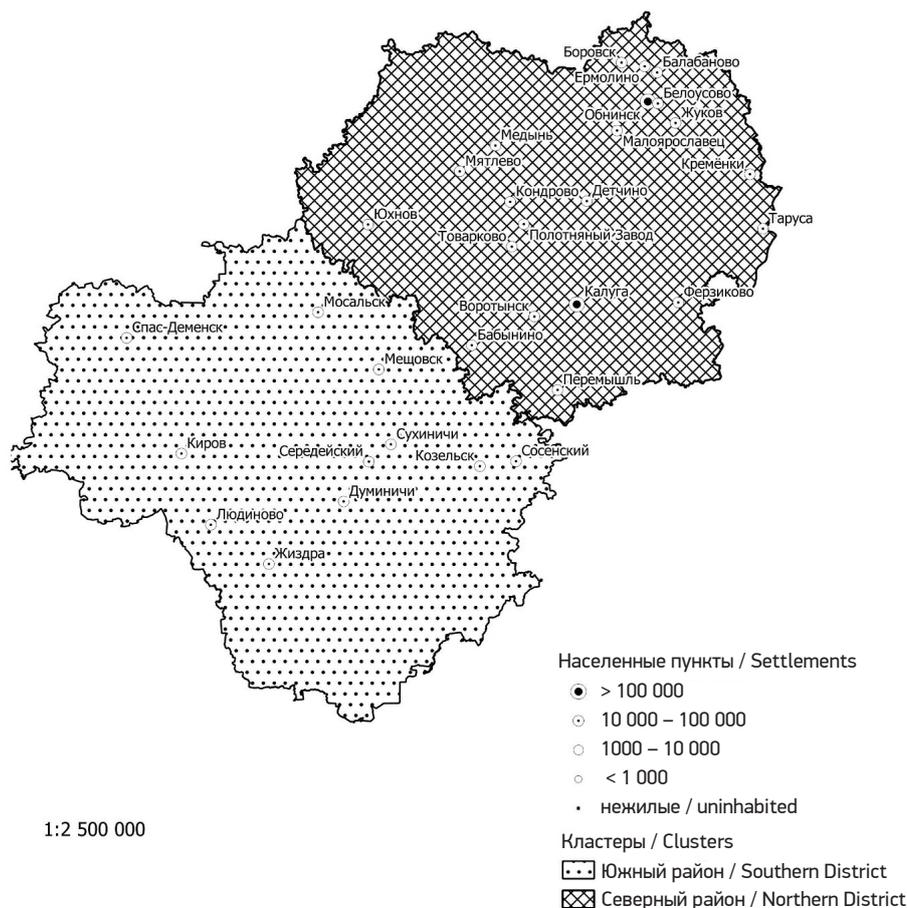


Рис. 2. Результаты кластерного анализа распределения впервые выявленных случаев заболевания ТБ в Калужской области в 2021–2023 гг.

Fig. 2. Results of a cluster analysis of the distribution of detected TB cases across the Kaluga Region in 2021–2023

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа распределения пациентов с впервые выявленным ТБ по двум кластерам, Калужская область, 2021–2023 гг.

Table 2. Results of a variance analysis of the distribution of detected TB cases across two clusters of the Kaluga Region, 2021–2023

Кластер / Cluster	Среднее / Mean	Стандартное отклонение / Standard deviation	Дисперсия / Dispersion	Критерий Фишера F / Fisher's exact test	<i>p</i>
Северный / Northern	344	66,5	4427,5	1371,0	< 0,05
Южный / Southern	115	66,2	4389,2		

Таблица 3. Анализ плотности распределения пациентов с впервые выявленным ТБ и плотности населения по двум кластерам, Калужская область, 2021–2023 гг.

Table 3. The density of distribution of detected TB cases and population density in two clusters of the Kaluga Region, 2021–2023

Показатель / Indicator	Кластер / Cluster	2021	2022	2023	<i>p</i>
Плотность распределения пациентов с ТБ, чел. на км ² / Density of distribution of detected TB cases, persons per km ²	Северный / Northern	0,0084	0,01	0,0081	< 0,001
	Южный / Southern	0,0026	0,0021	0,0015	
Плотность населения, чел. на км ² / Population density, people per km ²	Северный / Northern	58,6	59,7	64,2	< 0,001
	Южный / Southern	13,4	13,2	13,1	

ТБ в Северном кластере на протяжении последних 3 лет постепенно возрастала: в 2021 г. она составляла 71,7, в 2022 г. – 78,8, в 2023 г. – 79 %. Кроме того, плотность проживания выявленных пациентов с ТБ и плотность населения на 1 км²

территории были в 4,2 и 4,6 раза выше по сравнению с Южным кластером (табл. 3), что свидетельствовало о более высоком риске распространения ТБ среди населения, проживающего на этой территории.

Учитывая вышеизложенное, при планировании ежегодных периодических осмотров, направленных на раннее выявление ТБ среди населения, проживающего в 11 муниципальных районах и 2 городских округах Северного кластера, требуется усилить контроль за их проведением с целью достижения значений целевых индикаторов, то есть охвата флюорографией не менее 75 % населения¹, а среди лиц, относящихся к группам повышенного риска заболевания ТБ, – до 95 %² [13–16]. Кроме того, областной противотуберкулезной организации необходимо усилить контроль за работой районных противотуберкулезных кабинетов, направленной на проведение противоэпидемических мер в очагах туберкулезной инфекции и своевременного выявления ТБ среди лиц, находившихся в контакте с пациентами с ТБ [17–19].

В 13 муниципальных районах, входящих в состав Южного кластера, где на протяжении последних трех лет было зарегистрировано 25 % впервые выявленных случаев заболевания ТБ, а плотность их распределения на территории площадью 1 км² была ниже, по сравнению с таковой в Северном кластере, при планировании периодических осмотров не требуется увеличение охвата населения осмотрами, поскольку вероятность распространения ТБ-инфекции здесь значительно ниже по сравнению с таковой в Северном кластере. Основные усилия противотуберкулезной службы и медицинских организаций, оказывающих первичную медико-санитарную помощь населению, должны быть направлены на выявление латентной ТБ-инфекции среди населения, выявление ТБ в группах населения, имеющих высокий риск заболевания ТБ, и проведение профилактических мероприятий [20–21].

Заключение. Анализ пространственного распределения впервые выявленных случаев заболевания ТБ в муниципальных районах субъектов РФ с использованием методов кластерного анализа позволяет своевременно и адресно принять меры по оптимизации планирования ежегодных периодических осмотров, направленных на раннее выявление ТБ среди населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозько Н.П., Алексеева А.А. Изучение и анализ заболеваемости туберкулезом среди населения Российской Федерации // Научный электронный журнал Меридиан. 2022. Т. 63. № 1. С. 27–29.
2. Балашова Л.А., Шалаев А.Г., Жмакин И.А., Колядинская А.В. Профилактическая работа и заболеваемость туберкулезом населения Тверской области за период с 2014 по 2019 годы // Тверской медицинский журнал. 2021. № 5. С. 67–74.
3. Цветков А.И., Черняев И.А., Ножкина Н.В., Дробот А.Г. Региональные особенности распространения туберкулеза в Свердловской области // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 10. С. 18–27. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-10-18-27
4. Голубова Т.Н., Махкамова З.Р., Ткаченко И.Ю. Территориальная дифференциация динамики заболеваемости и смертности от туберкулеза в Республике Крым // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2017. № 66. С. 22–28.
5. Гельцер Б.И., Шахгельдян К.И., Кривелевич Е.Б., Медведев В.И., Ермолицкая М.З. Некоторые подходы к оценке эффективности региональной фтизиатрической службы // Туберкулез и болезни легких. 2017. Т. 95. № 12. С. 28–34.
6. Маркелов Ю.М., Щеголева Л.В. Оценка клинико-экономической эффективности и влияния массовых флюорографических осмотров на эпидемиологические показатели по туберкулезу в четырех федеральных округах РФ с различным уровнем охвата флюорографическими осмотрами населения // Туберкулез и болезни легких. 2023. № 101 (1). С. 8–16. <https://doi.org/10.58838/2075-1230-2023-101-1-8-16>
7. Зубова Н.А. Эффективность массовых профилактических осмотров в субъектах Российской Федерации с низким уровнем заболеваемости туберкулезом // Социальные аспекты здоровья населения. 2016. Т. 50. № 4. С. 8.
8. Romanyukha AA, Karkach AS, Borisov SE, Belilovsky EM, Sannikova TE, Krivorotko OI. Small-scale stable clusters of elevated tuberculosis incidence in Moscow, 2000–2015: Discovery and spatiotemporal analysis. *Int J Infect Dis.* 2020;91:156-161. doi: 10.1016/j.ijid.2019.11.015
9. Цыбикова Э.Б., Зубова Н.А. Оценка эффективности массовых периодических осмотров, направленных на выявление туберкулеза // Туберкулез и болезни легких. 2016. Т. 94. № 4. С. 13–19. doi.org/10.21292/2075-1230-2016-94-4-13-9
10. Ефимов Е.И., Никитин П.Н., Ершов В.И., Рябикова Т.Ф. Развитие и использование геоинформационных технологий в противоэпидемической практике. Цели, задачи, методы, результаты. Медицинский альманах. 2009. № 2 (7). С. 43–47.
11. Henry NJ, Zawedde-Muyanja S, Majwala RK, et al. Mapping TB incidence across districts in Uganda to inform health program activities. *IJTL D Open.* 2024;1(5):223-229. doi: 10.5588/ijtdopen.23.0624
12. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики (Калугастат). Доступно на: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst29/DBlnet.cgi>.
13. Лапшина И.С., Цыбикова Э.Б., Котловский М.Ю. Группы риска заболевания туберкулезом органов дыхания среди взрослого населения Калужской области. Туберкулез и болезни легких. 2022. Т. 100. № 11. С. 20-28. doi: 10.21292/2075-1230
14. Gupta RK, Lule SA, Krutikov M, et al. Screening for tuberculosis among high-risk groups attending London emergency departments: A prospective observational study. *Eur Respir J.* 2021;57(6):2003831. doi: 10.1183/13993003.03831-2020
15. Rastoder E, Shaker SB, Naqibullah M, et al. Chest x-ray findings in tuberculosis patients identified by passive and active case finding: A retrospective study. *J Clin Tuberc Other Mycobact Dis.* 2019;14:26-30. doi: 10.1016/j.jctube.2019.01.003
16. Богородская Е.М., Слогодская Л.В., Туктарова Л.М., Оганезова Г.С., Мусаткина Н.В., Литвинова Н.В. Скрининг туберкулезной инфекции в группах риска у взрослого населения города Москвы // Туберкулез и болезни легких. 2023. № 101 (4). С. 13–21. <https://doi.org/10.58838/2075-1230-2023-101-4-13-21>

¹ Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 21.03.2017 № 124н «Об утверждении порядка и сроков проведения профилактических медицинских осмотров граждан в целях выявления туберкулеза» (с изменениями и дополнениями). Доступно на: <https://base.garant.ru/71688450/>

² Поручение Министра здравоохранения Российской Федерации № 19 от 07.02.2023.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-11-50-56>
Original Research Article

17. Yazdani-Charati J, Siamian H, Kazemnejad A, Mohammad V. Spatial clustering of tuberculosis incidence in the North of Iran. *Glob J Health Sci.* 2014;6(6):288-294. doi: 10.5539/gjhs.v6n6p288
18. Parreira PL, Fonseca AU, Soares F, Conte MB, Rabahi MF. Chest X-ray evaluation using machine learning to support the early diagnosis of pulmonary TB. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2024;28(4):171-175. doi: 10.5588/ijtld.23.0230
19. Chakaya J, Petersen E, Nantanda R, et al. The WHO Global Tuberculosis 2021 Report – not so good news and turning the tide back to End TB. *Int J Infect Dis.* 2022;124(Suppl 1):S26–S29. doi: 10.1016/j.ijid.2022.03.011
20. Савельев В.Н., Касимова В.Р., Охотникова Е.А., Исламова А.А., Носкова А.С. Проведение профилактического осмотра и диспансеризации по снижению заболеваемости туберкулезом // Актуальные исследования. 2022. Т. 49-1. № 128. С. 77–80.
21. Harries AD, Nair D, Thekkur P, et al. TB preventive therapy: Uptake and time to initiation during implementation of '7-1-7'. *IJTL Open.* 2024;1(4):189-191. doi: 10.5588/ijtldopen.24.0101

REFERENCES

1. Morozko NP, Alekseeva AA. Research and analysis of TB incidence in the Russian Federation. *Meridian.* 2022;1(63):27–29. (In Russ.)
2. Balashova LA, Shalaev AG, Zhmakina IA, Kolyadinskaya AV. Preventive work and the incidence of tuberculosis in the population of the Tver region for the period from 2014 to 2019. *Tverskoy Meditsinskiy Zhurnal.* 2021;5(5):67–74. (In Russ.)
3. Tsvetkov AI, Cherniaev IA, Nozhkina NV, Drobot AG. Tuberculosis trends in the Sverdlovsk Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2023;31(10):18–27. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-10-18-27
4. Golubova TN, Makhkamova ZR, Tkachenko IYu. Territorial differentiation of the tuberculosis morbidity and mortality trend in the Republic of Crimea. *Byulleten' Fiziologii i Patologii Dykhaniya.* 2017;(66):22–28. (In Russ.) doi: 10.12737/article_5a1f7019efb6c1.83634772
5. Geltser BI, Shakhgelyan KI, Krivelevich EB, Medvedev VI, Ermolitskaya MZ. Certain approaches to efficiency evaluation of the regional TB services. *Tuberkulez i Bolezni Legkikh.* 2017;95(12):28–34. (In Russ.) doi: 10.21292/2075-1230-2017-95-12-28-34
6. Markelov YuM, Schegoleva LV. Evaluation of clinical and economic efficiency and impact of mass fluorography screening on tuberculosis epidemiological rates in four federal districts of the Russian Federation with different levels of population coverage with mass fluorography screening. *Tuberkulez i Bolezni Legkikh.* 2023;101(1):8-16. (In Russ.) doi: 10.58838/2075-1230-2023-101-1-8-16
7. Zubova NA. Effectiveness of mass preventive examinations in subjects of the Russian Federation with low morbidity rates of tuberculosis. *Sotsial'nye Aspekty Zdorov'ya Naseleniya.* 2016;(4(50)):8. (In Russ.)
8. Romanyukha AA, Karkach AS, Borisov SE, Belilovsky EM, Sannikova TE, Krivorotko OI. Small-scale stable clusters of elevated tuberculosis incidence in Moscow, 2000–2015: Discovery and spatiotemporal analysis. *Int J Infect Dis.* 2020;91:156-161. doi: 10.1016/j.ijid.2019.11.015
9. Tsybikova EB, Zubova NA. Efficiency evaluation of regular mass screening aimed at tuberculosis detection. *Tuberkulez i Bolezni Legkikh.* 2016;94(4):13-19. (In Russ.) doi: 10.21292/2075-1230-2016-94-4-13-19
10. Efimov EI, Nikitin PN, Ershov VI, Rabikova TF. Development and usage of geoinformational technologies in the sphere of antiepidemic practice. Aims, tasks, methods, results. *Meditsinskiy Al'manakh.* 2009;(2(7)):43-47. (In Russ.)
11. Henry NJ, Zawedde-Muyanja S, Majwala RK, et al. Mapping TB incidence across districts in Uganda to inform health program activities. *IJTL Open.* 2024;1(5):223-229. doi: 10.5588/ijtldopen.23.0624
12. Territorial body of the Federal State Statistics Service (Kalugastat). Accessed November 21, 2024. <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst29/DBInet.cgi>
13. Lapshina IS, Tsybikova EB, Kotlovskiy MYu. Groups at high risk of developing respiratory tuberculosis among adult population of Kaluga Oblast. *Tuberkulez i Bolezni Legkikh.* 2022;100(11):20-28. (In Russ.) doi: 10.21292/2075-1230-2022-100-11-20-28
14. Gupta RK, Lule SA, Krutikov M, et al. Screening for tuberculosis among high-risk groups attending London emergency departments: A prospective observational study. *Eur Respir J.* 2021;57(6):2003831. doi: 10.1183/13993003.03831-2020
15. Rastoder E, Shaker SB, Naqibullah M, et al. Chest x-ray findings in tuberculosis patients identified by passive and active case finding: A retrospective study. *J Clin Tuberc Other Mycobact Dis.* 2019;14:26-30. doi: 10.1016/j.jctube.2019.01.003
16. Bogorodskaya EM, Slogotskaya LV, Tuktarova LM, Oganezova GS, Musatkina NV, Litvinova NV. Screening for tuberculosis infection in risk groups in the adult population of Moscow. *Tuberkulez i Bolezni Legkikh.* 2023;101(4):13-21. (In Russ.) doi: 10.58838/2075-1230-2023-101-4-13-21
17. Yazdani-Charati J, Siamian H, Kazemnejad A, Mohammad V. Spatial clustering of tuberculosis incidence in the North of Iran. *Glob J Health Sci.* 2014;6(6):288-294. doi: 10.5539/gjhs.v6n6p288
18. Parreira PL, Fonseca AU, Soares F, Conte MB, Rabahi MF. Chest X-ray evaluation using machine learning to support the early diagnosis of pulmonary TB. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2024;28(4):171-175. doi: 10.5588/ijtld.23.0230
19. Chakaya J, Petersen E, Nantanda R, et al. The WHO Global Tuberculosis 2021 Report – not so good news and turning the tide back to End TB. *Int J Infect Dis.* 2022;124(Suppl 1):S26–S29. doi: 10.1016/j.ijid.2022.03.011
20. Savelyev VN, Kasimova VR, Okhotnikova EA, Islamova AA, Noskova AS. Conducting preventive examinations and health examinations to reduce the incidence of tuberculosis. *Aktual'nye Issledovaniya.* 2022;(49-1(128)):77–80. (In Russ.)
21. Harries AD, Nair D, Thekkur P, et al. TB preventive therapy: Uptake and time to initiation during implementation of '7-1-7'. *IJTL Open.* 2024;1(4):189-191. doi: 10.5588/ijtldopen.24.0101

Сведения об авторах:

✉ Лапшина Ирина Сергеевна – к.м.н., доцент кафедры внутренних болезней медицинского института ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им К.Э. Циолковского», ведущий научный сотрудник отдела общественного здоровья и демографии ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения»; e-mail: geparin.86@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1025-4592>

Захарова Марина Владимировна – к.геогр.н., доцент, заведующая кафедрой географии и безопасности жизнедеятельности института естествознания ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им К.Э. Циолковского»; e-mail: ZaharovaMV@tksu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4946-811X>

Цыбикова Эржени Батожаргаловна – д.м.н., главный научный сотрудник отдела общественного здоровья и демографии ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения»; e-mail: erzheny@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9131-3584>

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Лапшина И.С.*; сбор данных, анализ и интерпретация результатов: *Лапшина И.С., Захарова М.В.*; обзор литературы: *Цыбикова Э.Б.*; подготовка рукописи: *Лапшина И.С., Захарова М.В., Цыбикова Э.Б.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по биоэтической этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 13.03.24 / Принята к публикации: 11.11.24 / Опубликовано: 29.11.24

Author information:

✉ Irina S. **Lapshina**, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Internal Medicine, Medical Institute, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski; Leading Researcher, Department of Public Health and Demography, Russian Research Institute of Health; e-mail: geparin.86@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1025-4592>.

Marina V. **Zakharova**, Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., Head of the Department of Geography and Life Safety, Institute of Natural Sciences, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski; e-mail: ZaharovaMV@tksu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4946-811X>.

Erzheny B. **Tsybikova**, Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Department of Public Health and Demography, Russian Research Institute of Health; e-mail: erzheny@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9131-3584>.

Author contributions: study conception and design: *Lapshina I.S.*; data collection, analysis and interpretation of results: *Lapshina I.S., Zakharova M.V.*; bibliography compilation and referencing: *Tsybikova E.B.*; draft manuscript preparation: *Lapshina I.S., Zakharova M.V., Tsybikova E.B.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: March 13, 2024 / Accepted: November 11, 2024 / Published: November 29, 2024