

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

Научная статья

УДК 528.94:616-006

doi: 10.17072/2079-7877-2023-3-147-160

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА И МНОГОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ

Станислав Константинович Белоусов¹, Тамара Валентиновна Ватлина², Владимир Сергеевич Тикунов³

^{1,3}Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

²Смоленский государственный университет, г. Смоленск, Россия¹²

¹web-town@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9481-5160>, Scopus Author ID: 57219554817, AuthorID: 1113145

²vatlina_geo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3903-0376>, AuthorID: 539606

³vstikunov@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1597-6909>, Scopus Author ID: 7004523729, Author ID: 99208

Аннотация. Приведена методика интегральной оценки заболеваемости населения злокачественными новообразованиями с учётом их локализации в теле человека. Методика основана на многомерном агрегировании показателей заболеваемости населения злокачественными образованиями на различных масштабных уровнях. Для многомасштабной оценки выбрано три уровня исследования: стран мира, федеральных округов и субъектов России. Данные по заболеваемости по странам мира получены от проекта Всемирной организации здравоохранения «Глобальная онкологическая обсерватория» (Global Cancer Observatory). Для России исходные данные взяты из ежегодного сборника Московского научно-исследовательского онкологического института имени П.А. Герцена «Злокачественные новообразования в России». Составлены интегральные индексы заболеваемости злокачественными новообразованиями для мужчин и женщин, а также соответствующие карты для различных масштабных уровней.

Впервые на основе комплексного подхода реализована модель эпидемиологического анализа онкологической заболеваемости на разных пространственных уровнях. В ходе исследования было показано, что региональная дифференциации индекса заболеваемости злокачественными новообразованиями у мужчин и женщин требует разных подходов.

Ключевые слова: злокачественные новообразования, интегральные индексы, медицинское картографирование, многомасштабное картографирование

Для цитирования: Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С. Интегральная оценка и многомасштабное картографирование заболеваемости населения злокачественными новообразованиями // Географический вестник = Geographical bulletin. 2023. № 3(66). С.147-160. doi: 10.17072/2079-7877-2023-3-147-160.

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2023-3-147-160

INTEGRATED ASSESSMENT AND MULTISCALE MAPPING OF POPULATION INCIDENCE WITH MALIGNANT NEOPLASMS

Stanislav K. Belousov¹, Tamara V. Vatlina², Vladimir S. Tikunov³

^{1,3}Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²Smolensk State University, Smolensk, Russia

¹web-town@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9481-5160>, Scopus Author ID: 57219554817, AuthorID: 1113145

²vatlina_geo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3903-0376>, AuthorID: 539606

³vstikunov@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1597-6909>, Scopus Author ID: 7004523729, Author ID: 99208

Abstract. This article presents a method for an integral assessment of the incidence of malignant neoplasms in population taking into account their localization in the human body. The method is based on multidimensional aggregation of malignant tumor incidence rates at various scale levels. For a multiscale assessment, three levels of research were selected: countries of the world, federal districts of Russia, and regions of Russia. Incidence data for the countries of the world were obtained from the World Health Organization's project Global Cancer Observatory. For Russia, the initial data were taken from the yearbook *Malignant Neoplasms in Russia* prepared by the P.A. Herzen Moscow Research Institute of Oncology. We compiled integral indices of the malignant neoplasms incidence for men and women as well as corresponding maps for various scale levels. This study is the first to implement, on the basis of an integrated approach, a model of epidemiological analysis of oncological morbidity at different spatial levels. The



Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

study showed that regional differentiation of the incidence index of malignant neoplasms in men and women requires different approaches.

Keywords: cancer, integral indices, medical mapping, multiscale mapping

For citation: Belousov S.K., Vatlina T.V., Tikunov V.S. (2023). Integrated assessment and multiscale mapping of the incidence of malignant neoplasms in the population. *Geographical Bulletin*. No. 3(66). Pp. 147-160. doi: 10.17072/2079-7877-2023-3-147-160.

Введение

Злокачественные новообразования – это один из наиболее широко распространённых классов болезней населения в мире. По данным Глобальной онкологической обсерватории бремя рака по всему миру в 2020 г. возросло до 19,3 млн новых случаев и 10,0 млн смертей. Прогнозируется, что глобальное бремя рака вырастет до 30,2 млн случаев в 2040 г., что почти на 50% больше, чем в 2020 г. [16].

Проблема онкологических заболеваний является приоритетной и для России. Смертность от злокачественных новообразований занимает второе место в структуре смертности населения [1], наряду с этим они являются одной из основных причин потери трудоспособности населения [2]. На сегодняшний день реализуется федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями» (с 1 января 2019 г. по 31 декабря 2024 г.). Основной целевой показатель программы – снижение смертности от новообразований с 203 случаев в 2020 г. на 100 000 населения до 185 случаев [12].

Онкологическая статистика является весьма полной и разнообразной: ведётся учёт не только числа всех пациентов, которым впервые установлен онкологический диагноз, но и учёт количества смертельных случаев от злокачественных новообразований в зависимости от их локализации в теле человека. Анализ пространственного распределения показателей заболеваемости и смертности является важной задачей в контексте выявления взаимосвязей с эколого-экономическими показателями природно-хозяйственной среды. Также можно с полной уверенностью утверждать, что уровень здоровья населения служит достаточно точным индикатором качества жизни. Вместе с тем такой анализ представляется нетривиальной задачей исходя из многогранности взаимодействия природы и человека, а также влияния такого взаимодействия на здоровье населения. Данную задачу необходимо решать в несколько этапов, первым из которых является непосредственно разработка подходов к обработке и анализу данных по заболеваемости населения злокачественными новообразованиями. Выбор именно показателей заболеваемости обусловлен их максимальной связью со средой обитания человека и в меньшей степени отражает особенности получения медицинской помощи, оснащённости лечебных учреждений медикаментами и оборудованием, квалификации медицинского персонала, нежели других показателей.

Целью настоящего исследования является разработка методики интегральной оценки заболеваемости населения злокачественными новообразованиями на различных масштабных уровнях с использованием данных онкологической статистики и методов математико-картографического моделирования, позволяющих проводить сравнительный пространственный разномасштабный анализ для определения особенностей распределения исследуемого показателя и сравнительного анализа рядов разного масштаба и выявления связей между ними.

Материалы и методы исследования

В качестве основных исходных материалов для исследования выбраны статистические данные по заболеваемости населения злокачественными новообразованиями различного типа локализации. Выбор статистических данных обусловлен наибольшей объективностью такого подхода, а также большим разнообразием наблюдаемых показателей. Подробность

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

онкологической статистики является достаточной для проведения многомасштабных и многопараметрических пространственных исследований.

Учёт онкологических заболеваний в России и в мире регламентирован. В РФ онкологический учет ведется в соответствии с рекомендациями Международного агентства по исследованиям рака (МАИР) [8]. Министерством здравоохранения РФ утверждены нормативно-правовые акты, которые определяют порядок создания и ведения ракового регистра [5; 6], организацию онкологической помощи [4; 7] и др.

Значительным преимуществом такого учёта является предварительная статистическая обработка предоставляемых данных. Так, широко используется стандартизованный показатель заболеваемости. Стандартизованный показатель – это теоретический показатель, который может быть получен при использовании наблюдаемых половозрастных показателей среди специальной группы населения, называемой стандартным населением.

Чаще всего применяется мировой стандарт возрастного распределения, рекомендуемый МАИР [15]. Использование такого расчётного показателя позволяет производить межтерриториальные исследования различных областей, в которых наблюдается разный половозрастной состав населения [25].

Для многомасштабной оценки антропогенного воздействия выбрано три уровня исследования: общемировой, крупнорегиональный и региональный. Общемировой уровень реализован для стран мира, крупнорегиональный – для федеральных округов России, региональный – для субъектов РФ. Все статистические данные отражают ситуацию на 2020 г.

Данные онкологической статистики в России регулярно собираются, систематизируются и публикуются Московским научно-исследовательским онкологическим институтом имени П.А. Герцена в ежегодных сборниках. Данные за 2020 год представлены в сборнике «Злокачественные новообразования в России в 2020 году» [1]. В сборнике представлены данные по стандартизованному показателю заболеваемости злокачественными новообразованиями суммарно и по отдельным типам локализации (всего более 40 типов) согласно международной классификации болезней. Данные по странам мира собирает и систематизирует Всемирная организация здравоохранения, а именно Глобальная онкологическая обсерватория [16]. Наблюдения производятся по более 29 типам пространственной локализации [3]. Из представленных типов для проведения расчётов выбраны те, которые полностью соответствуют друг другу (табл. 1). Всего в расчётах использованы 21 показатель для мужского населения и 24 показателя для женского.

Таблица 1

Показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями
 Cancer incidence indicators

<i>Новообразования</i>		
<i>России</i>	<i>Мире</i>	<i>Соответствие</i>
Губа (C00)	Lip, oralcavity (C00-06)	-
Язык (C01,02)	Lip, oralcavity (C00-06)	-
Большие слюнные железы (C07,08)	Salivaryglands (C07-08)	+
Другие и неуточненные части полости рта (C03-06, 09)	Lip, oral cavity (C00-06) Oropharynx (C09-10)	-
Ротоглотка (C10)	Oropharynx (C09-10)	-
Носоглотка (C11)	Nasopharynx (C11)	+

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

Продолжение табл. 1

Новообразования		
России	Мире	Соответствие
Гортаноглотка (C12,13)	Hypopharynx (C12-13)	+
Пищевод (C15)	Oesophagus (C15)	+
Желудок (C16)	Stomach (C16)	+
Тонкий кишечник (C17)	-	-
Ободочная кишка (C18)	Colorectum (C18-21)	+
Печень и внутрипеч. желчные протоки (C22)	Liver (C22)	+
Желчный пузырь и внепеченочные желчные протоки (C23,24)	Gallbladder (C23)	-
Поджелудочная железа (C25)	Pancreas (C25)	+
Полость носа, среднее ухо, придаточные пазухи (C30,31)	-	-
Гортань (C32)	Larynx (C32)	+
Трахея, бронхи, легкое (C33,34)	Lung (C33-34)	+
Кости и суставные хрящи (C40,41)	-	-
Меланома кожи (C43)	Melanomaofskin (C43)	+
Кожа (кроме меланомы) (C44)	-	-
-	Mesothelioma (C45)	-
-	Kaposisarcoma (C46)	-
Соединительная и другие мягкие ткани (C47;49)	-	-
Молочная железа (C50)	Breast (C50)	+
Вульва (C51)	Vulva (C51)	+
Влагалище (C52)	Vagina (C52)	+
Шейка матки (C53)	Cervixuteri (C53)	+
Тело матки (C54)	Corpusuteri (C54)	+
Яичник (C56)	Ovary (C56)	+
Плацента (C58)	-	-
Половой член (C60)	Penis (C60)	+
Предстательная железа (C61)	Prostate (C61)	+
Яичко (C62)	Testis (C62)	+
Почка (C64)	Kidney (C64-65)	-
Мочевой пузырь (C67)	Bladder (C67)	+
Глаз и его придаточный аппарат (C69)	-	-
Головной мозг и др. отделы ЦНС (C70-72)	Brain, central nervous system (C70-72)	+
Щитовидная железа (C73)	Thyroid (C73)	+
Лимфогранулематоз (C81)	Hodgkinlymphoma (C81)	+
Неходжкинская лимфома, другие ЗНО лимфоидной ткани (C82-86,96)	Non-Hodgkin lymphoma (C82-86, C96)	+

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

Окончание табл. 1

<i>Новообразования</i>		
<i>России</i>	<i>Мире</i>	<i>Соответствие</i>
Множ. миелома и иммунопролиферативные новообразования (C88,90)	Multiplemyeloma (C88+C90)	+
Острый лимфолейкоз (C91.0)	Leukaemia (C91-95)	+
Другие лимфолейкозы (хронический и подострый и т.д.) (C91.1-9)	Leukaemia (C91-95)	+
Острый миелолейкоз (C92.0)	Leukaemia (C91-95)	+
Другие миелолейкозы (хронический, подострый, миелосаркома и т.д.) (C92.1-9)	Leukaemia (C91-95)	+
Другие острые лейкозы (моноцитарный и т.д.) (C93.0, 94.0,2,4,5, 95.0)	Leukaemia (C91-95)	+
Другие лейкозы (хронический и подострый и т.д.) (C93.1-9, 94.1,3,7, 95.1-9)	Leukaemia (C91-95)	+

Исходя из полученного набора показателей для исследования был выбран алгоритм оценки, ранее неоднократно апробированный авторами [10].

Он включает нормировку системы исходных показателей по формуле

$$\widehat{X}_{iy} = \frac{|x_{ij} - x_j^0|}{|\max/\min x_j - x_j^0|}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m,$$

где x^0 – наихудшие значения (по каждому показателю) из всех встречающихся; $\max/\min x$ – наиболее отличающиеся от x^0 значения показателей; n – количество исследуемых территориальных единиц; m – число показателей, использованных для расчётов ($m = 3$). Целью данной нормировки является перевод показателя в отклонение от заданного наилучшего или наихудшего значения. Полученные в результате нормировки показатели ограничены отрезком [1].

Обычно при построении классических рейтингов на основе агрегированных показателей используют либо простую сумму нормированных x , либо простое среднее (в некоторых случаях применяют взвешенную сумму или взвешенное среднее). Осредняя таким образом исходные показатели и превращая их в агрегированный индекс, неизбежно сводим все многообразие информации к некоторому узкому средневзвешенному уровню.

Поэтому при синтезе интегрального показателя авторы используют метод расстояния до наихудшей единицы. Путём сравнения показателей всех территориальных единиц с условной, характеризуемой значениями x^0 , произведено их ранжирование. Оно осуществлялось с использованием евклидовых расстояний d^0 , как меры близости всех территориальных единиц к условной, имеющей наихудшие значения x по всему комплексу показателей. Это позволяет подчеркнуть влияние отдельных координат, имеющих аномально большие расстояния, поскольку их возводят в квадрат. Применение данной меры потребовало обработки информационного массива по методу главных компонент с целью ортогонализации и «свёртки» системы показателей.

Полученные значения вектора-столбца d^0 интегральных оценочных характеристик для удобства дальнейшего анализа дополнительно нормируют по формуле

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

$$d_i^0 = \frac{d_i^0 - \min d^0}{\max d^0 - \min d^0}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Величина d^0 варьирует в пределах от нуля до единицы. Ноль соответствует наихудшей комплексной оценке, единица – наилучшей. Собственно алгоритм классификации включал в себя приведение исходных показателей к нормальному распределению, их обработку по алгоритму компонентного анализа и многомерную многовариантную оценку. Подробно все этапы расчёта описаны в книге [10].

Расчёты произведены для всего набора разноуровневых территориальных единиц одновременно, но отдельно для мужчин и женщин. Таким образом полученные индексы отражают уровень заболеваемости онкологическими заболеваниями для территориальной единицы в общем на всех масштабных уровнях.

Результаты исследования и обсуждение

В результате произведённых расчётов были сформированы два вектора-столбца со значениями интегрального индекса заболеваемости злокачественными новообразованиями для стран мира, федеральных округов России, субъектов России соответственно. Всего было проанализировано 279 территориальных единиц. Все индексы сформированы по принципу увеличения уровня заболеваемости при увеличении значения соответствующего индекса (табл. 2–4).

Таблица 2

Значения индекса заболеваемости злокачественными новообразованиями.
Общемировой уровень
Cancer incidence index values. World scale

Страна	Значения индекса (мужчины)	Значения индекса (женщины)
<i>Лучшие (женщины)</i>		
Нидерланды	0,864	0
Сан-Томе и Принсипи	0,595	0,027
Республика Конго	0,699	0,028
<i>Худшие (женщины)</i>		
Малайзия	0,149	1
Ботсвана	0,213	0,988
Руанда	0,094	0,983
<i>Лучшие (мужчины)</i>		
Исландия	0	0,314
Латвия	0,001	0,186
Эсватини	0,008	0,886
<i>Худшие (мужчины)</i>		
Нидерланды	0,864	0
Белиз	0,825	0,005
Барбадос	0,808	0,576

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

Таблица 3

Значения индекса заболеваемости злокачественными новообразованиями. Крупнорегиональный уровень
 Cancer incidence index values. Large region scale

<i>Федеральный округ</i>	<i>Значения индекса (мужчины)</i>	<i>Значения индекса (женщины)</i>
<i>Лучшие (женщины)</i>		
Северо-Кавказский	0,601	0,398
Южный	0,666	0,521
Центральный	0,697	0,531
<i>Худшие (женщины)</i>		
Сибирский	0,646	0,629
Северо-Западный	0,512	0,616
Уральский	0,776	0,590
<i>Лучшие (мужчины)</i>		
Северо-Западный	0,512	0,616
Дальневосточный	0,593	0,581
Приволжский	0,597	0,556
<i>Худшие (мужчины)</i>		
Уральский	0,776	0,590
Центральный	0,697	0,531
Южный	0,666	0,521

Таблица 4

Значения индекса заболеваемости злокачественными новообразованиями. Региональный уровень
 Cancer incidence index values. Region scale

<i>Федеральный округ</i>	<i>Значения индекса (мужчины)</i>	<i>Значения индекса (женщины)</i>
<i>Лучшие (женщины)</i>		
Ненецкий АО	0,602	0,196
Республика Калмыкия	0,665	0,269
Республика Дагестан	0,498	0,279
<i>Худшие (женщины)</i>		
Сахалинская область	0,498	0,852
Ярославская область	0,588	0,724
Иркутская область	0,556	0,721
<i>Лучшие (мужчины)</i>		
Ставропольский край	0,326	0,509
Ямало-Ненецкий АО	0,338	0,428
Республика Ингушетия	0,357	0,304
<i>Худшие (мужчины)</i>		
Хабаровский край	1,000	0,684
Республика Алтай	0,893	0,618
Вологодская область	0,798	0,539

Для картографирования полученные векторы разделены на три производных вектора по масштабному уровню картографирования, каждый из которых отражён на соответствующей карте (рис. 1–4). Карты построены методом количественного фона с использованием непрерывной линейной шкалы, единой для каждого уровня картографирования. Карты для крупнорегионального масштабного уровня не составлялись, поскольку территориальные единицы внутри него слабо дифференцируются друг от друга в выбранной шкале (табл. 3).

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

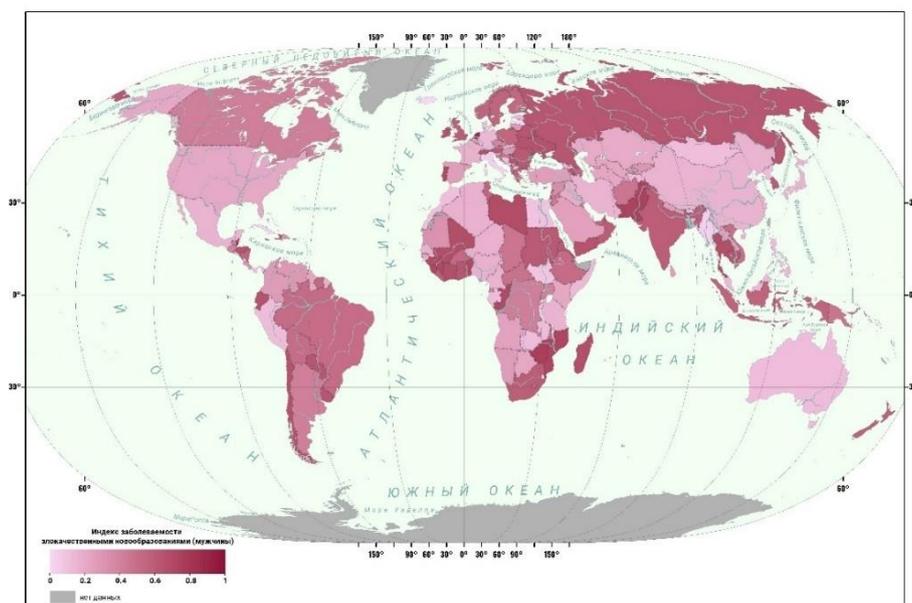


Рис. 1. Индекс заболеваемости злокачественными новообразованиями (мужчины).
Общемировой уровень

Fig. 1. Cancer incidence index (men). World scale

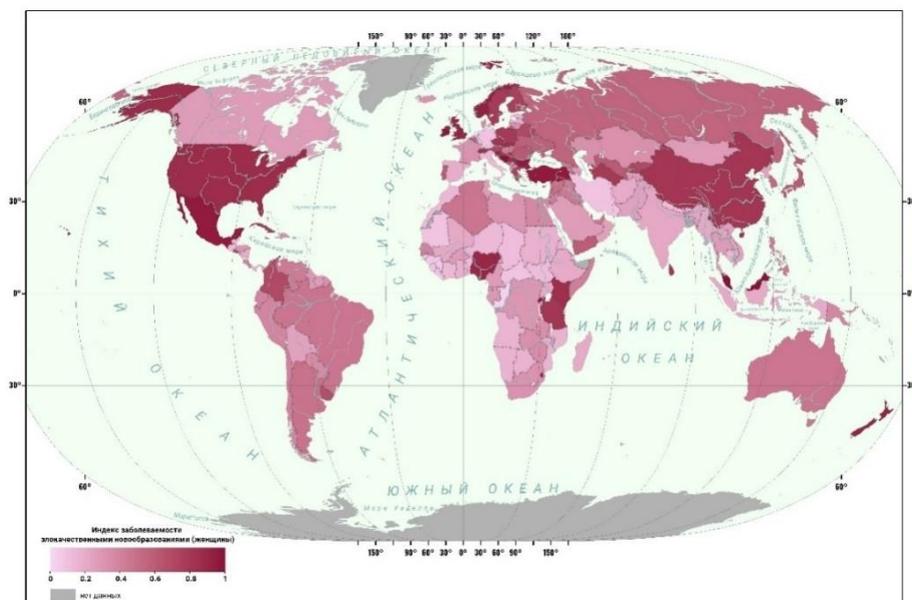


Рис. 2. Индекс заболеваемости злокачественными новообразованиями (женщины).
Общемировой уровень

Fig. 2. Cancer incidence index (women). Worldscale

Картография и геоинформатика
Белуосов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

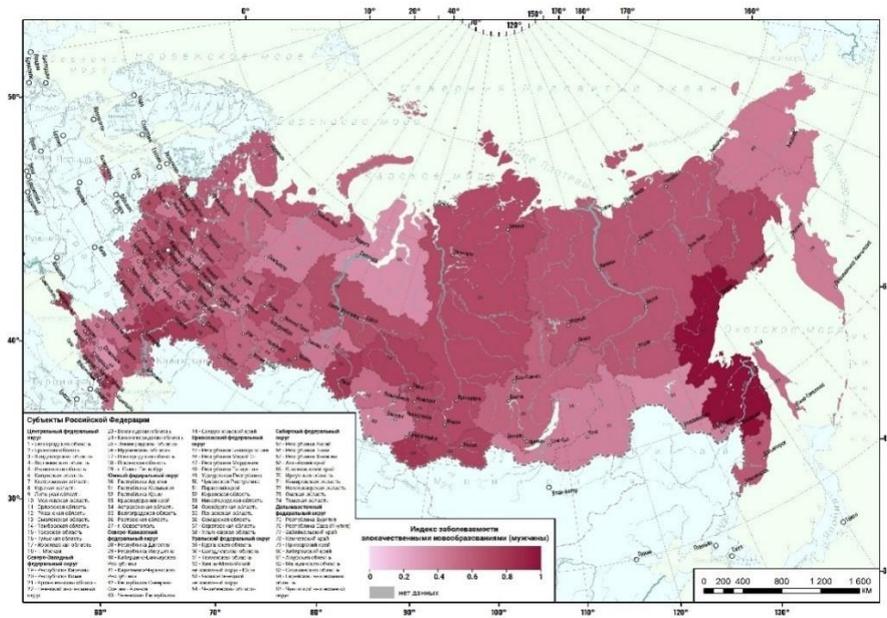


Рис. 3. Индекс заболеваемости злокачественными новообразованиями(мужчины).

Региональный уровень

Fig. 3. Cancer incidence index (men). Region scale

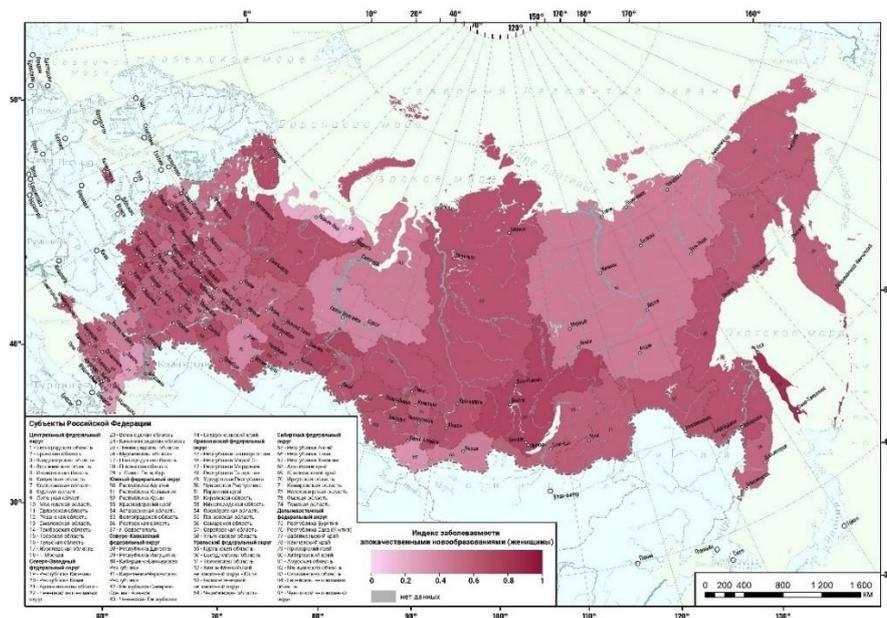


Рис. 4. Индекс заболеваемости злокачественными новообразованиями(женщины).

Региональный уровень

Fig. 4. Cancer incidence index (women). Region scale

Анализ полученных векторов значений и интегральных индексов позволяет говорить о значительной разнице в характере их распределения на различных масштабных уровнях. Большинство территориальных единиц, имеющих значения в области экстремально низких и экстремально высоких значений, относятся к категории стран, а большинство федеральных округов и регионов России, наоборот, сосредоточены в середине соответствующих векторов. Это может объясняться как различиями в статистическом учете разных стран, так и в значительно различающихся природно-хозяйственных условиях среды, и в организации медицинского обслуживания.

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

Длительное воздействие загрязненного воздуха может привести к развитию онкологических заболеваний [19; 24; 26]. Для мужского населения, в меньшей степени для женского, прослеживаются связи между пространственным распределением индекса заболеваемости злокачественными новообразованиями и показателями загрязнения воздуха.

Сравнительный анализ данных по загрязнению воздуха твердыми частицами, включая PM_{2,5} и PM₁₀, монооксид углерода диоксид серы, диоксид азота и показателей, представленных по данным IQ Air 2020, показал, что в странах с превышением рекомендованных нормативов ВОЗ более чем в 5 раз, индекс заболеваемости злокачественными новообразованиями имеет максимальные и высокие значения. К подобным странам относятся Пакистан, Бангладеш, Бахрейн, Индия, Чад и др.

Оценка влияния уровня развития системы здравоохранения проводилась на основе рейтинга стран мира по эффективности систем здравоохранения, составленного аналитиками агентства Bloomberg. Этот рейтинг имеет определённые ограничения, поскольку рассматривает только экономическую эффективность расходов на здравоохранение. Основу рейтинга составляют три показателя эффективности системы здравоохранения: средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении, государственные затраты на здравоохранение в виде процента от ВВП на душу населения, стоимость медицинских услуг в пересчете на душу населения.

Распределение наилучших значений индексов заболеваемости у мужчин сопоставимо с лучшими местами в рейтинге стран мира по эффективности систем здравоохранения, что прослеживается для таких стран, как Испания, Италия, Исландия, Япония. Подобные сопоставления не выявляются у женского населения, как и взаимосвязи в системе «худшие значения индексов заболеваемости — худшие места в рейтинге стран мира по эффективности систем здравоохранения».

Значения индексов заболеваемости на крупнорегиональном уровне, в пределах федеральных округов, слабо дифференцируются друг от друга в выбранной шкале.

Если же мы рассматриваем распределение индексов внутри России, то, очевидно, вопросы организации медицинского обслуживания и статистического учета отходят на второй план, и общая картина уже не такая «пёстрая». На картах можно выделить места повышенных значений индекса, такие как Южная и Средняя Сибирь, Среднее Поволжье, Урал, Северо-Запад России, Дальний Восток, относящиеся преимущественно к промышленным регионам. Регионы пониженных значений индекса: Северный Кавказ, Центральное Черноземье, в экономике которых большую роль играет аграрный сектор.

В регионах с наиболее низкими в РФ доходами населения, высоким уровнем бедности и высоким соотношением величины прожиточного минимума к среднедушевым доходам (Алтай, Бурятия, Тыва, Забайкальский край, Калмыкия) индекс заболеваемости злокачественными новообразованиями у мужчин принимает наиболее высокие значения [13].

В некоторых публикациях отмечается корреляционная зависимость динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями на фоне увеличения среднего возраста населения РФ [9; 11 и др.]. Очевидно, что в субъектах РФ, имеющих большую долю пожилого населения, выше индекс заболеваемости злокачественными новообразованиями. В большей степени эта зависимость прослеживается для мужского населения. Максимальные значения индекса присущи центральным районам Европейской части России (Тульская, Тамбовская, Рязанская, Псковская области), а минимальные – республикам Дагестан, Ингушетия, Ямало-Ненецкому и Ненецкому АО.

Рост заболеваемости злокачественными новообразованиями у лиц старшего возраста (старше 60 лет), по сравнению с более молодыми возрастными группами, отмечается во

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

многих странах. Подобные зависимости были выявлены в Австралии, Великобритании, США и других странах [17; 18; 20 и др.].

Также очевидно, что значения индекса для мужчин и для женщин существенно отличаются. Между ними не прослеживается устойчивой корреляционной связи ни на глобальном, ни на региональном уровнях. Это объясняется гендерными различиями в развитии опухолевых процессов – у мужчин выше риск развития злокачественных новообразований и ниже порог выживаемости [21, 23 и др.]. Исходя из этого очевидно, что в регионах с наиболее негативными показателями необходимо изучение этого вопроса на внутрирегиональном уровне.

Выводы

Апробированная методика позволила произвести корректный анализ разномасштабных территориальных единиц отдельно для мужского и женского населения, сопоставить роль факторов риска на трех пространственных уровнях.

Анализ региональной дифференциации индекса заболеваемости злокачественными новообразованиями у мужчин и женщин требует разных подходов, что обусловлено гендерными различиями в развитии опухолевых процессов.

В целом методика дает возможность корректно сопоставлять данные по онкологической заболеваемости в разных регионах и странах мира, привлечь внимание к показателям, свидетельствующим о напряженности онкологической ситуации. Это позволит оптимизировать процесс управления медицинской помощью больным со злокачественными новообразованиями, выявить регионы, относящиеся к группе риска, обосновать принципы формирования внутрирегиональных программ, направленных на снижение смертности от злокачественных новообразований.

Список источников

1. Злокачественные новообразования в России в 2020 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. М.: Изд-во МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2021. 252 с.
2. Медико-социальные аспекты повторной инвалидизации взрослого населения вследствие злокачественных новообразований в Российской Федерации / С.Н. Пузин, М.А. Шургая, Е.Е. Ачкасов, С.С. Меметов, Г.С. Погосян, Л.С. Идрисова // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины, 2019. № 1. С. 18–21.
3. Международная классификация болезней – онкология (МКБ-О), 3 издание, 1 пересмотр / сост. Э. Фритц, К. Перси, Э. Джек, К. Шанмугаратнам, Л. Собин, Д.М. Паркин, Ш. Уилан. пер. с англ. А.В. Филочкиной; под ред. А.М. Беляева, О.Ф. Чепика, А.С. Артемьевой, А.А. Барчука, Ю.И. Комарова. СПб.: Изд-во «Вопросы онкологии», 2017. 352 с.
4. О методических рекомендациях по организации центров амбулаторной онкологической помощи в субъектах РФ: письмо Минздрава РФ от 17.08.2021 N 17-4/3549. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_393975/96c60c11ee5b73882df84a7de3c4fb18f1a01961/ (дата обращения: 20.02.2023).
5. О совершенствовании системы Государственного ракового регистра: приказ Минздрава РФ № 135 от 19.04.1999 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/4175904/> (дата обращения: 13.04.2023).
6. О создании Государственного ракового регистра: приказ Минздрав РФ № 420 от 23.12.1996 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=21332> (дата обращения: 25.02.2023).
7. Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению при онкологических заболеваниях: приказ Минздрава РФ от 19 февраля 2021 года N 116н (с изменениями на 24.01.2022). [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573956757#6500IL> (дата обращения: 26.02.2023).
8. Руководство по ранней диагностике рака. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2018. 48 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272264/9789244511947-rus.pdf> (дата обращения: 20.02.2023).
9. Сиразеева А.А. Динамика онкологической заболеваемости в регионах Российской Федерации // Статистика и экономика. 2012. № 5. С. 156–162.

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

10. Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (опыт формальных классификаций). Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 367 с.
11. Турсун-Заде Р.Т. Оценка распространенности злокачественных новообразований в России с применением модели заболеваемость-смертность // Демографическое обозрение. 2018. № 3. С. 17-24.
12. Федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями» [Электронный ресурс]. URL: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravooхранenie/onko> (дата обращения: 23.02.2023).
13. Юманова У.В. Региональные процессы социально-стратификационного неравенства населения России // Географический вестник = Geographical bulletin, 2019. No2(49). С. 45–56. DOI:10.17072/2079-7877-2019-2-45-56.
14. Cancer country profiles. WHO. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/surveillance/data/cancer-profiles> (дата обращения: 18.02.2023).
15. Cancer Incidence in Five Continents Ed. by Bray F., Colombet M., Mery L. et al. Vol. XI. IARC Scientific Publication. Lyon, 2021. No. 166. Available from: <https://publications.iarc.fr/597>.
16. Global Cancer Observatory [Электронный ресурс]. URL: <https://gco.iarc.fr/> (дата обращения: 18.03.2023).
17. Kohanski R., Deeks S., Gravekamp C. et al. Reverse geroscience: how does exposure to early diseases accelerate the age-related decline in health? *Ann N Y Acad Sci*, 2016 Dec;1386(1):30-44. DOI:10.1111/nyas.13297.
18. Laconi, E., Marongiu, F., DeGregori J. Cancer as a disease of old age: changing mutational and microenvironmental landscapes. *Br J Cancer* 122, 943–952 (2020). DOI:10.1038/s41416-019-0721-1.
19. Lee H.W., Kang S.C., Kim S.Y., Cho Y.J., Hwang S. Long-term Exposure to PM10 Increases Lung Cancer Risks: A Cohort Analysis. *Cancer Res Treat*, 2022 Oct;54(4):1030-1037. DOI: 10.4143/crt.2021.1030.
20. Mikael R., Young J., Hardingham J. et al. Appendiceal neoplasm incidence and mortality rates are on the rise in Australia, Expert Review of Gastroenterology & Hepatology, 2021, 15:2, 203-210. DOI: 10.1080/17474124.2021.1832467
21. Radkiewicz C., Edgren G., Johansson A. et al. Sex differences in urothelial bladder cancer survival. *Clin Genitourin Cancer*. 2020; 18:26-34. DOI: 10.1016/j.clgc.2019.10.020.
22. Radziszewski P., Szabłoński W. Bladder Cancer in Patients Younger than 40 Years: Outcomes from the National Cancer Database de la Calle CM, Washington SL, Lonergan PE, et al. *World J Urol*, 2021;39:1911–6. DOI:10.1016/j.eururo.2022.04.008.
23. Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. Cancer Statistics, 2019. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, V. 69, Issue1, 7-34. DOI:10.3322/caac.21551.
24. Turner M.C., Krewski D., Pope C.A., Chen Y., Gapstur S.M., Thun M.J. Long-term ambient fine particulate matter air pollution and lung cancer in a large cohort of never-smokers / *Am J Respir Crit Care Med*. 2011 Dec 15;184(12):1374-81. DOI:10.1164/rccm.201106-1011OC.
25. WHO report on cancer: setting priorities, investing wisely and providing care for all. Geneva: World Health Organization, 2020. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 160 p. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240001299> (дата обращения 23.02.2023).
26. Yang S., Kim O.J., Shin M., Kim W.J., Kim S.Y. Association between long-term exposure to high levels of ambient air pollution and incidence of lung cancer in a population-based cohort. *Environ Res.*, 2021 Jul; 198:111214. DOI:10.1016/j.envres.2021.111214.

References

1. Kaprin A.D., Starinsky V.V., Shakhzadova A.O. (ed.) *Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2020 godu (zabolevaemost' i smertnost')* [Malignant neoplasms in Russia in 2020 (morbidity and mortality)]. Moscow: The Ministry of Health of Russia, 2021. 252 p.
2. Puzin S.N., Shurgaya M.A., Achkasov E.E., Memetov S.S., Pogosyan G.S., Idrisova L.S. (2019), Medical and social aspects of repeated disability of the adult population due to malignant neoplasms in the Russian Federation, *Problemy social'noj gigieny, zdravooхранeniya i istorii mediciny*, no. 1. p. 18-21.
3. Fritz E., Percy K., Jack E., Shanmugaratnam K., Sobin L., Parkin D.M., Whelan S. (2017), *Mezhdunarodnaya klassifikaciya boleznej – onkologiya (MKB-O)*. St. Petersburg: Issues of Oncology Publishing House, 352 p.
4. On methodological recommendations for the organization of centers for outpatient oncological care in the constituent entities of the Russian Federation. Letter of the Ministry of Health of the Russian Federation of August 17, 2021 N 17-4/3549. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_393975/96c60c11ee5b73882df84a7de3c4fb18f1a01961/ (Accessed 20 February 2023).
5. On improving the system of the State Cancer Registry. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 135, 1999. URL: <https://base.garant.ru/4175904> (Accessed 13 April 2023).
6. On the creation of the State Cancer Registry. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 420 of December 23, 1996. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=21332> (Accessed 25 February 2023).

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

7. On approval of the procedure for providing medical care to the adult population in case of oncological diseases. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of February 19, 2021 N 116n. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573956757#6500IL> (Accessed 26 February 2023).
8. Guide to cancer early diagnosis. Geneva: World Health Organization; 2018, URL: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272264/9789244511947-rus.pdf> (Accessed: 20 February 2023).
9. Sirazeeva A.A., Dynamics of cancer incidence in the regions of the Russian Federation, *Statistika i ekonomika*, 2012, no. 5. p. 156–162.
10. Tikunov V.S. *Klassifikacii v geografii: renessans ili uvyadanie? (opyt formal'nyh klassifikacij)*, [Classifications in geography: renaissance or decline? (experience of formal classifications)]. Moscow-Smolensk: SGU Publishing House, 1997. 367 p.
11. Tursun-Zade R. T. Assessment of the prevalence of malignant neoplasms in Russia using the morbidity-mortality model, *Demograficheskoe obozrenie*, 2018, no 3. p. 1–24.
12. Cancer country profiles. WHO. URL: <https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/surveillance/data/cancer-profiles> (Accessed 23 February 2023).
13. Yumanova U.V. Regional processes of social and stratificational inequality of the population of Russia, *Geograficheskij vestnik = Geographical bulletin*, 2019, no 2(49), p. 45–56, doi 10.17072/2079-7877-2019-2-45-56.
14. Cancer country profiles. WHO. URL: <https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/surveillance/data/cancer-profiles> (Accessed 18 February 2023).
15. Cancer Incidence in Five Continents Ed. by Bray F., Colombet M., Mery L. et al. Vol. XI. IARC Scientific Publication. Lyon, 2021. No. 166. URL: <https://publications.iarc.fr/597> (Accessed 18 February 2023).
16. Global Cancer Observatory. URL: <https://gco.iarc.fr/> (Accessed 23 February 2023).
17. Kohanski R., Deeks S., Gravekamp C. et al. Reverse geroscience: how does exposure to early diseases accelerate the age-related decline in health? *Ann N Y Acad Sci*, 2016. Dec;1386(1):30-44. DOI:10.1111/nyas.13297.
18. Laconi, E., Marongiu, F., DeGregori J. Cancer as a disease of old age: changing mutational and microenvironmental landscapes. *Br J Cancer*, 2020;122: 943–952. DOI:10.1038/s41416-019-0721-1.
19. Lee H.W., Kang S.C., Kim S.Y., Cho Y.J., Hwang S. Long-term Exposure to PM10 Increases Lung Cancer Risks: A Cohort Analysis. *Cancer Res Treat*. 2022 Oct;54(4):1030-1037. DOI: 10.4143/crt.2021.1030.
20. Mikael R., Young J., Hardingham J. et al. Appendiceal neoplasm incidence and mortality rates are on the rise in Australia. *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology*, 2021;15:2, 203-210. DOI: 10.1080/17474124.2021.1832467
21. Radkiewicz C., Edgren G., Johansson A. et al. Sex differences in urothelial bladder cancer survival. *Clin Genitourin Cancer*, 2020; 18:26-34. DOI: 10.1016/j.clgc.2019.10.020.
22. Radziszewski P., Szabłoński W. Bladder Cancer in Patients Younger than 40 Years: Outcomes from the National Cancer Database de la Calle CM, Washington SL, Lonergan PE, et al. *World J Urol*, 2021;39:1911–6. DOI:10.1016/j.eururo.2022.04.008.
23. Siegel R.L., Miller K.D. Jemal A. Cancer Statistics, 2019. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, V. 69, Issue1, 7-34. DOI:10.3322/caac.21551.
24. Turner M.C., Krewski D., Pope C.A., Chen Y., Gapstur S.M., Thun M.J. Long-term ambient fine particulate matter air pollution and lung cancer in a large cohort of never-smokers. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011 Dec 15;184(12):1374-81. DOI:10.1164/rccm.201106-1011OC.
25. *WHO report on cancer: setting priorities, investing wisely and providing care for all*. Geneva: World Health Organization; 2020. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 160 p. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240001299>. (Accessed 23 February 2023).
26. Yang S., Kim O.J., Shin M., Kim W.J., Kim S.Y. Association between long-term exposure to high levels of ambient air pollution and incidence of lung cancer in a population-based cohort. *Environ Res.*, 2021 Jul; 198:111214. DOI:10.1016/j.envres.2021.111214.

Статья поступила в редакцию: 04.05.2023; одобрена после рецензирования: 11.07.2023; принята к опубликованию: 12.09.2023.

The article was submitted: 4 May 2023; approved after review: 11 July 2023; accepted for publication: 12 September 2023.

Картография и геоинформатика
Белоусов С.К., Ватлина Т.В., Тикунов В.С.

Информация об авторах

Станислав Константинович Белоусов

кандидат технических наук, ведущий инженер
географического факультета Московского
государственного университета
имени М.В. Ломоносова;
119991, г. Москва, Ленинские горы, д.1.

Information about the authors

Stanislav K. Belousov

Candidate of Technical Sciences, Lead Engineer, Faculty
of Geography, Lomonosov Moscow State University;

1, Leninskiye gory, Moscow, 119991, Russia

e-mail: web-town@mail.ru

Тамара Валентиновна Ватлина

кандидат географических наук, доцент кафедры
географии Смоленского государственного
университета;
214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д. 4.

Tamara V. Vatlina

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,
Department of Geography, Smolensk State University;

4, Przheval'skogo st., Smolensk, 214000, Russia

e-mail: vatlina_geo@mail.ru

Владимир Сергеевич Тикунов

доктор географических наук, профессор, заведующий
Лабораторией комплексного картографирования и
Регионального центра мировой системы данных
географического факультета Московского
государственного университета
имени М.В. Ломоносова;
119991, г. Москва, Ленинские горы, д.1.

Vladimir S. Tikunov

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the
Laboratory for Integrated Mapping and the Regional
Center for the World Data System, Faculty of Geography,
Lomonosov Moscow State University;

1, Leninskiye gory, Moscow, 119991, Russia

e-mail: vstikunov@yandex.ru

Вклад авторов

Белоусов С.К. – сбор материала, подготовка картографических материалов, написание статьи.

Ватлина Т.В. – сбор материала, написание статьи, научное редактирование текста.

Тикунов В.С. – теоретическое обоснование, обработка материала, написание статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Stanislav K. Belousov – collection of the data; creation of the cartographic materials; writing the article.

Tamara V. Vatlina – collection of the data; writing the article; scientific editing of the text.

Vladimir S. Tikunov – theoretical substantiation; processing of the material; writing the article.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.