

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ КЛАСТЕРЫ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2021 г. О. Е. Архипова, Е. А. Черногубова

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»,
г. Ростов-на-Дону

Введение: Злокачественные новообразования представляют не только серьезную медицинскую, но и социальную проблему. Прогресс в ранней диагностике и лечении онкологических заболеваний не привел к снижению заболеваемости. В связи с этим приоритетное значение приобретают комплексные исследования пространственно-временной структуры и динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями в отдельных регионах, анализ причин снижения медико-экологической безопасности территорий.

Цель: Выявить пространственно-временные кластеры онкологической заболеваемости в Ростовской области Южного федерального округа.

Методы: Пространственно-временной анализ заболеваемости раком легкого, молочной железы, ободочной кишки и предстательной железы в Ростовской области с 2001 по 2016 год. Для анализа пространственно-временных трендов и их визуализации использован инструмент «Анализ возникающих горячих точек» из набора инструментов «Углубленный анализ пространственно-временных закономерностей» программной среды ArcGISPro.

Результаты: С 2001 по 2016 год уровень заболеваемости раком предстательной железы и раком молочной железы в Ростовской области увеличился на 119,6 % с 9,7 до 21,3 случая на 100 тыс. населения ($p < 0,05$) и 27,2 % с 26,8 до 34,1 случая на 100 тыс. населения ($p < 0,05$) соответственно. Положительные тенденции онкологической заболеваемости в области отмечены только для рака легкого, уровень заболеваемости которым снизился на 32,3 % с 51,0 до 34,5 случая на 100 тыс. населения ($p < 0,05$). Проведенный анализ показал, что распространённость онкологических заболеваний значительно различается по отдельным территориальным системам. Пространственные кластеры низкой заболеваемости раком локализуются в северных и центральных районах области, кластеры высокой заболеваемости располагаются преимущественно в южных ее районах.

Выводы: Уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями является следствием воздействия комплекса экологических и медико-социальных факторов на данной территории в течение длительного периода времени. Анализ территориального детерминизма и идентификация пространственных кластеров заболеваемости злокачественными новообразованиями позволит выделить приоритеты в проведении мероприятий, направленных на анализ и устранение факторов, вызывающих увеличение риска развития рака. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями отражает уровень экологического благополучия/неблагополучия территории.

Ключевые слова: злокачественные новообразования, пространственно-временные кластеры, геоинформационные технологии, заболеваемость, Россия

SPATIO-TEMPORAL CLUSTERS OF CANCER INCIDENCE IN THE ROSTOV REGION

O. E. Arkhipova, E. A. Chernogubova

Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

Introduction: Malignant neoplasms represent a substantial medical and social problem of this century. Neither significant progress in our ability to diagnose cancer at an early stage nor advancements in treatment contributed to the reduction in the incidence of cancer. A need for better understanding of the distribution of cancer over time and space warrants studies of spatio-temporal clusters of the most common malignant neoplasms.

Aim: To study spatiotemporal clusters in the incidence of the most common cancers in the Rostov region, Southern Russia.

Methods: We studied the incidence of lung-, breast-, colon- and prostate cancers from 2001 through 2016 in the Rostov region using the official statistical data. Spatio-temporal analysis of the data and their visualization was performed using the tool "Analysis of emerging hot spots" from the "In-depth analysis of spatiotemporal patterns" set of tools of the ArcGIS Pro software environment.

Results: The incidence of prostate- and breast cancer increased by 119.6 % from 9.7 in 2001 to 21.3 cases per 100 thousand population ($p < 0.05$) and by 27.2 % from 26.8 to 34.1 cases per 100 thousand population ($p < 0.05$), respectively. The incidence of lung cancer decreased by 32.3 % from 51.0 to 34.5 cases per 100 thousand population ($p < 0.05$). The analysis showed that the prevalence of cancer varies significantly across individual territorial systems. Spatial clusters of low incidence of cancer are localized in the northern and central parts of the region. The "Hot spots" of the cancer incidence are located mainly in the southern part of the region.

Conclusions: Identification of spatial and temporal clusters of the incidence of malignant neoplasms allows to set priorities in the implementation of measures aimed at management of factors which increase the incidence of cancer. Temporal trends in the incidence of malignant neoplasms reflects the level of the ecological well-being of the region.

Key words: malignant neoplasms, spatio-temporal clusters, geographic information technologies, incidence, Russia

Библиографическая ссылка:

Архипова О. Е., Черногубова Е. А. Пространственно-временные кластеры онкологической заболеваемости в Ростовской области // Экология человека. 2021. № 8. С. 50–56.

For citing:

Arkhipova O. E., Chernogubova E. A. Spatio-Temporal Clusters of Cancer Incidence in the Rostov Region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021, 8, pp. 50-56.

Введение

Актуальность тезиса: «Укрепление здоровья для всех через здоровую окружающую среду» возрастает с каждым годом [17]. Экологические «вызовы» в последние десятилетия связаны с увеличением антропогенной нагрузки, глобальным изменением климата. Мультифакторное воздействие окружающей среды оказывает существенное влияние на состояние здоровья населения, что позволяет рассматривать его как индикатор качества окружающей среды и информативный показатель экологической безопасности территорий [7].

Злокачественные новообразования являются индикаторной экологической патологией «с высокой степенью зависимости состояния здоровья от загрязнения окружающей среды» [8]. Анализ причинно-следственных связей в системе «экология – здоровье населения» показал, что, «несмотря на сложный, опосредованный и инерционный характер воздействия экологических факторов на показатели здоровья, внутрирегиональная дифференциация уровня первичной выявляемости онкологических заболеваний в значительной степени соответствует пространственному распределению показателей фонового загрязнения» [4, 5]. Таким образом, рост онкологической заболеваемости отражает «гигиеническую характеристику экологического неблагополучия территории» [4, 20].

Злокачественные новообразования представляют не только серьезную медицинскую, но и социальную проблему. В России и за рубежом уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями увеличивается год от года [14, 16].

В России за период с 2006 по 2016 год заболеваемость злокачественными новообразованиями уве-

личилась на 21,7 % («грубый» показатель в 2016 г. составил 408,6 на 100 тыс. населения) [9]. Стандартизированный показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями («мировой стандарт») за этот же период увеличился на 10,3 % и составил в 2016 году 242,61 на 100 тыс. населения [9]. Высокий уровень «грубого» показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями отмечается, как правило, в странах с высоким удельным весом старших возрастных групп и обусловлен неблагоприятным направлением демографических процессов в популяции в связи с «постарением» населения России» [9, 10].

Необходимо отметить, что индекс накопления контингента больных со злокачественными новообразованиями в России увеличился с 5,5 до 6,6 за период с 2006 по 2016 год. Повысился также и кумулятивный риск развития злокачественного заболевания с 23,0 % в 2006 году до 25,4 % в 2016-м. Высокие показатели индекса накопления контингента больных со злокачественными новообразованиями отмечены в Ростовской области, где он составил 8,2 [12].

Анализ онкологической заболеваемости в Российской Федерации свидетельствует о выраженном региональном детерминизме. За последние 10 лет (с 2007 по 2016 г.) только в 2015-м заболеваемость раком в Южном федеральном округе была ниже, чем по России (рис. 1). Уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями в Южном федеральном округе с 2006 по 2016 год увеличился на 11,57 % с 361,27 до 415,06 случая на 100 тыс. населения, что несколько выше, чем по России (408,62 случая на 100 тыс. населения) [9].

Объективные данные об онкологической заболеваемости должны стать одним из критериев благо-

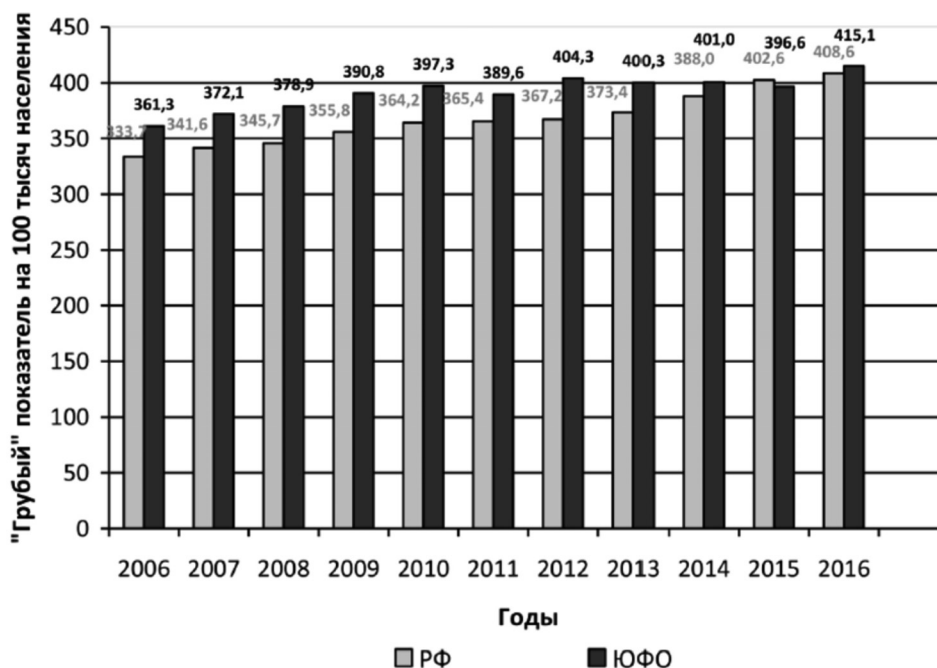


Рис. 1. Динамика показателей заболеваемости злокачественными новообразованиями населения России и Южного федерального округа в 2006–2016 годах

получия/неблагополучия территорий при разработке экологической доктрины России.

Цель исследования: выявление пространственно-временных трендов онкологической заболеваемости в регионах Южного федерального округа. Принципиально новым подходом в решении этой проблемы является использование методов геоинформационных технологий, реализованных инструментами пространственной статистики ArcGis.

Методы

В качестве объекта исследования выбрана Ростовская область. Данные по онкологической заболеваемости исследовались за период с 2001 по 2016 год. В качестве индикаторов рассматривались показатели пространственного распределения заболеваемости раком молочной железы, раком лёгкого, раком ободочной кишки и предстательной железы на основе статистических данных по онкологической заболеваемости населения, полученных на основе Формы № 35, представляемой организационно-методическими отделами онкологических институтов и диспансеров, а также нормативной базы данных, построенной на основе статистической отчётности по уровню онкологической заболеваемости в муниципальных образованиях Ростовской области.

Первичную обработку данных о заболеваемости злокачественными новообразованиями проводили согласно методам расчёта медико-статистических показателей, применяемых в онкологии [11]. В исследовании использован углублённый анализ пространственно-временных закономерностей ArcGIS, который опирается на статистические инструменты для анализа распределения данных и выявления закономерностей в контексте пространства-времени. Подробно методика пространственно-временного анализа и основные требования к данным изложены в работах [3, 6].

Первый этап выполнения модели — стандартизация данных о заболеваемости злокачественными новообразованиями. Углублённый анализ включает в себя две основные процедуры: «Построение куба «пространство-время»» и «Анализ горячих точек». Основной задачей является проведение анализа исторического ряда наблюдений (в нашем случае за период с 2001 по 2016 г.) за переменными (уровень заболеваемости различными формами рака) для оценивания вероятности повторения тех или иных значений выбранных переменных.

Основные требования к данным:

- используемые при анализе данные необходимо оценивать с точки зрения исходных задач, продолжительности и полноты рядов имеющихся наблюдений;
- они должны удовлетворять таким статистическим критериям, как случайность, независимость, однородность и стационарность.

Анализ повторяемости выполняется с использованием картографических данных: точечных, региональных или обоих видов данных. Источниками

неопределённости анализа повторяемости могут являться выбор вероятностного распределения и метод оценивания параметров.

Структуру анализируемых данных можно представить в виде трёхмерного куба, который состоит из пространственно-временных бинов, где x, y -измерения представляют пространство, а t -измерение представляет время. Строки и столбцы определяют пространственный экстенд куба (в нашем случае пространственное распределение по районам), а временные шаги определяют временной экстенд (рассматриваемый период 2001–2016 гг.). При помощи моделей ArcGis построена трёхмерная кубическая структура (в формате netCDF) для последующего анализа. Пространственно-временной куб объединяет точечные объекты в группы пространства-времени.

Анализ возникновения горячих точек использует этот куб в качестве входных данных и на основе него выявляет статистически значимые тренды горячих и холодных точек во времени. Для значений бинов выполняется подсчёт количества точек, вычисляется статистика и определяется наличие трендов во времени в каждом местоположении с использованием статистики Манна — Кендалла. Тест Манна — Кендалла — это основанная на ранжировании непараметрическая проверка оценивания значимости тренда. Статистика Манна — Кендалла подразумевает ранговый корреляционный анализ количества точек или значений и их временных периодов. Анализ тренда по алгоритму Манна — Кендалла выполняется для каждого местоположения с данными как независимый анализ бинов временного ряда. Значение бина первого интервала сравнивается со значением бина в следующем. Если первое значение было меньше второго, результат равен +1. Если первое значение было больше второго, результат равен -1. Если два значения совпадают, результат равен 0. Результаты каждой пары временных периодов сравниваются и суммируются. Ожидаемое значение суммы равно 0 и свидетельствует об отсутствии тренда в значениях во времени. Нулевая гипотеза H_0 заключается в том, что выборка хронологически упорядочена, независима и однозначно распределена [15, 18]. Анализ возникающих горячих точек выявляет тренды в исследуемых данных. Он определяет, в частности, новые, возрастающие, убывающие и спорадические горячие точки. После завершения анализа горячих точек каждому бину во входном кубе NetCDF присваивается связанная с ним оценка z , значение p и классификационная категория горячей точки. Далее тренды горячих и холодных точек также оцениваются с использованием статистики Манна — Кендалла. При определении статистически значимых «горячих» и «холодных» точек значение бина соответствует статистической значимости с уровнем значимости 95 %.

Результатом классификации муниципальных образований по уровню заболеваемости является выделение трех кластеров: пространственных кластеров высоких значений «горячих точек», низких значений

«холодных точек» и «нейтральных точек», где уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями не отличается от средних значений по области [2].

Результаты

В структуре онкологической заболеваемости и среди причин смерти от злокачественных новообразований, по данным российских и зарубежных исследователей [12, 19], «лидируют» рак легкого, рак ободочной кишки, рак молочной железы и рак предстательной железы. Ретроспективный анализ заболеваемости именно этими формами рака проведен в 43 районах Ростовской области за период с 2001 по 2016 год.

Необходимо отметить, что за этот период уровень заболеваемости раком предстательной железы и раком молочной железы увеличился на 119,6 % ($p < 0,05$) (с 9,7 в 2001, до 21,3 случая на 100 тыс. населения) и 27,2 % ($p < 0,05$) (с 26,8 до 34,1 случая на 100 тыс. населения) соответственно. Статистически значимо не изменялся уровень заболеваемости раком ободочной кишки. Положительные тенденции онкологической заболеваемости в области отмечены только для рака легкого, уровень заболеваемости которым снизился на 32,3 % ($p < 0,05$) (с 51,0 до 34,5 случая на 100 тыс. населения).

На рис. 2 представлены пространственно-временные тренды онкологической заболеваемости в Ростовской области, выделены «горячие» и «холодные» точки заболеваемости разными формами рака. Остальные районы области, где уровень заболеваемости анализируемыми формами онкологических заболеваний не отличался от средних значений, отнесены к «нейтральным точкам».

Положительные тенденции заболеваемости раком легкого в Ростовской подтверждаются результатами пространственно-временного анализа: низкая выявляемость рака легкого на протяжении шестнадцати лет отмечена в 11 из 43 районов Ростовской области (Багаевский, Белокалитвенский, Каменский, Красносулинский, Куйбышевский, Морозовский, Мясниковский, Неклиновский, Октябрьский, Тарасовский, Тацинский и Усть-Донецкий) (см. рис. 2А). Неблагоприятные тенденции заболеваемости раком легкого отмечены только в пяти районах (Егорлыкский, Орловский, Песчанокоспский, Пролетарский и Сальский).

«Горячие точки» заболеваемости раком молочной железы идентифицированы в семи муниципальных районах: Аксайском, Веселовском, Зерноградском, Мартыновском, Орловском, Песчанокоспском и Целинском (см. рис. 2Б). «Холодные точки» заболеваемости раком молочной железы отмечены в Дубовском, Заветинском, Зимовниковском и Ремонтненском районах.

На пространственно-временной кластерной карте заболеваемости раком ободочной кишки преобладают «холодные точки» (Верхнедонской, Белокалитвенский, Каменский, Кашарский, Константиновский,

Миллеровский, Милютинский, Морозовский, Обливский, Советский, Тарасовский, Тацинский, Чертковский) см. (рис. 2В). «Горячие точки» заболеваемости раком ободочной кишки отмечены в Азовском, Кагальницком, Песчанокоспском, Ремонтненском и Сальском районах.

Уровень заболеваемости раком предстательной железы в России и за рубежом характеризуется в последние годы неблагоприятной тенденцией к росту. Эти же тенденции отмечены и в Ростовской области: с 2007 по 2013 год темпы роста заболеваемости раком предстательной железы превышали общероссийские, только с 2015 по 2016 год уровень заболеваемости раком простаты увеличился на 26,8 % (с 16,8 до 21,3 случая на 100 тыс. населения). «Горячие точки» заболеваемости раком простаты отмечены в Егорлыкском, Кашарском, Куйбышевском и Советском районах (см. рис. 2Г). Пространственно-временные кластеры низкой заболеваемости раком предстательной железы отмечены только в Аксайском, Красносулинском и Октябрьском муниципальных районах.

Таким образом, уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями в Ростовской области характеризуется выраженным территориальным детерминизмом.

Обсуждение результатов

На основании многолетних исследований, проведенных нами ранее, можно заключить, что тренды заболеваемости злокачественными новообразованиями отражают комплекс медико-социальных и экологических проблем в Ростовской области: уровень жизни населения, неблагоприятные тенденции демографических процессов, уровень диагностики злокачественных новообразований, показатели качества и доступности медицинской помощи, уровень антропогенной нагрузки, состояние медико-экологической безопасности [4]. «Главная угроза демографической безопасности Ростовской области — депопуляция населения, проявляющаяся в разной степени в подавляющем большинстве городских округов и муниципальных районов донского региона» [1, 13]. Идентификация зоны повышенного риска для заболеваемости обычно сопровождается исследованиями, направленными на изучение основополагающих причинно-следственных механизмов.

Необходимо подчеркнуть, что всесторонняя оценка уровня медико-экологической безопасности территорий, по нашему мнению, возможна только на основе агрегированных показателей. Основы анализа медико-экологической безопасности территорий с использованием оценки встречаемости онкологических заболеваний как индикатора воздействия на население природных, социально-экономических и техногенных изменений окружающей среды разработаны нами ранее [4]. Определены также причинно-следственные связи в системе «экология — здоровье населения». Доказано, что рост заболеваемости злокачественными новообразованиями является чувствительным инди-

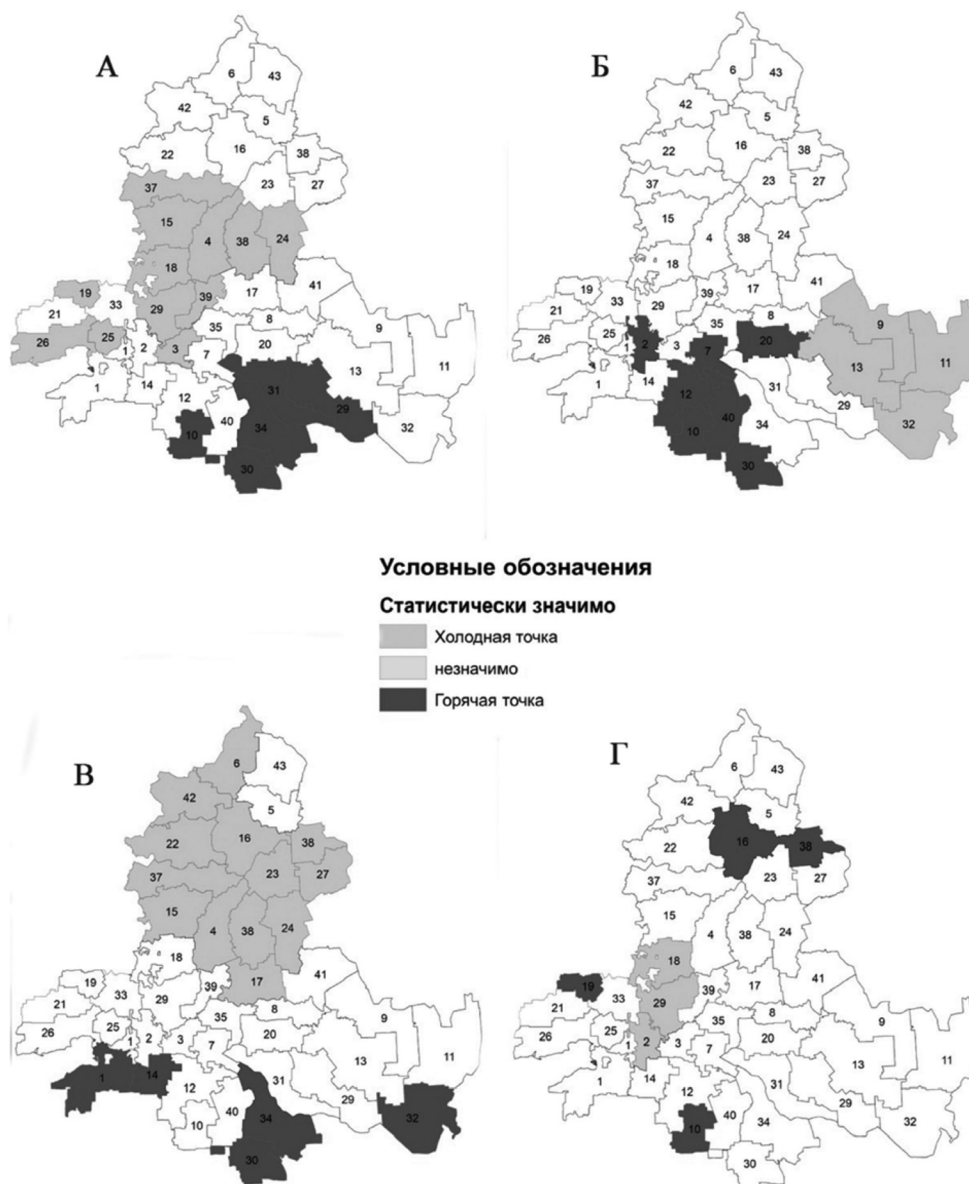


Рис. 2. Пространственно-временные кластеры заболеваемости раком легкого (А), раком молочной железы (Б), раком ободочной кишки (В) и раком предстательной железы (Г) в муниципальных районах Ростовской области с 2001 по 2016 год

Примечание. Номера муниципальных районов на карте Ростовской области:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1 – Азовский район | 21 – Матвеево-Курганский район |
| 2 – Аксайский район | 22 – Миллеровский район |
| 3 – Багаевский район | 23 – Милютинский район |
| 4 – Белокалитвинский район | 24 – Морозовский район |
| 5 – Боковский район | 25 – Мясниковский район |
| 6 – Верхнедонской район | 26 – Неклиновский район |
| 7 – Веселовский район | 27 – Обливский район |
| 8 – Волгодонской район | 28 – Октябрьский район |
| 9 – Дубовский район | 29 – Орловский район |
| 10 – Егорлыкский район | 30 – Песчанокопский район |
| 11 – Заветинский район | 31 – Пролетарский район |
| 12 – Зерноградский район | 32 – Ремонтненский район |
| 13 – Зимовниковский район | 33 – Родионово-Несветайский район |
| 14 – Кагальницкий район | 34 – Сальский район |
| 15 – Каменский район | 35 – Семикаракорский район |
| 16 – Кашарский район | 36 – Советский район |
| 17 – Константиновский район | 37 – Тарасовский район |
| 18 – Красносулинский район | 38 – Тацинский район |
| 19 – Куйбышевский район | 39 – Усть-Донецкий район |
| 20 – Мартыновский район | |

катором экологического неблагополучия территории [4, 20].

Пространственно-временной анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями в Ростовской области показал, что «холодные точки» локализируются в северных и центральных, пространственные кластеры высокой заболеваемости раком — преимущественно в южных районах [2]. Так, «горячие точки» заболеваемости раком тремя из четырех проанализированных нозологических форм рака (рак легкого, рак ободочной кишки, рак молочной железы) идентифицированы в Песчанокоспском районе. К неблагополучным необходимо отнести районы Ростовской области с двумя пространственными кластерами высокой заболеваемости раком: Сальский (рак легкого, рак ободочной кишки), Егорлыкский (рак легкого, рак предстательной железы) и Орловский районы (рак легкого, рак молочной железы).

Заклучение

Приоритетное значение приобретает разработка новых подходов для анализа особенностей эпидемиологической ситуации в отдельных регионах. Анализ пространственно-временных трендов заболеваемости злокачественными новообразованиями приобретает особое значение при разработке экологической стратегии устойчивого развития региона. Анализ территориального детерминизма и идентификация пространственных кластеров заболеваемости злокачественными новообразованиями позволяет выделить приоритеты в проведении мероприятий, направленных на анализ и устранение факторов, вызывающих увеличение риска развития рака.

Анализ динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями отражает, на наш взгляд, уровень экологического благополучия/неблагополучия территории. Мы считаем, что уровень онкологической заболеваемости отражает результат аддитивного действия комплекса экологических и медико-социальных факторов на данной территории в течение длительного периода времени.

Результаты анализа пространственно-временных кластеров онкологической заболеваемости должны стать основой мониторинга экологической обстановки.

В статье представлены результаты работ, выполненных в рамках реализации Государственного задания ЮНЦ РАН № гр. проекта 01201363188 и № гр. проекта 01201363192.

Авторство

Архипова О. Е. внесла существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, провела пространственно-временной анализ и интерпретацию данных; Черногубова Е. А. подготовила первый вариант статьи и редактирование окончательного варианта статьи.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Архипова Ольга Евгеньевна — ORCID 0000-0002-2218-3077; SPIN 3621-4427

Черногубова Елена Александровна — ORCID 0000-0001-5128-4910; SPIN 3375-2110

Список литературы / References

1. Аналитическая записка о возрастном-половом составе населения Ростовской области на 01.01.2017. URL: http://old.donland.ru/Data/Sites/1/media/file/2018/2018_0221_vozrost-pol.pdf (дата обращения: 12.12.2019).

Analytical note on the age and sex composition of the population of the Rostov region on 01.01.2017. [In Russian]. Available at: http://old.donland.ru/Data/Sites/1/media/file/2018/2018_0221_vozrost-pol.pdf (accessed: 12.12.2019).

2. Архипова О. Е., Черногубова Е. А. «Горячие точки» заболеваемости злокачественными новообразованиями в Ростовской области: пространственно-временной анализ // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2019. Т. 1, № 4. С. 207–211. doi: 10.23885/2500-395X-2019-1-4-207-211

Arkipova O. E., Chernogubova E. A. “Hot spots” of cancer incidence in the Rostov region: spatio-temporal analysis. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Sistemny analiz i modelirovaniye ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem* [Ecology. Economy. Informatics. System analysis and mathematical modeling of ecological and economic systems]. 2019, 1 (4), pp. 207-211. [In Russian]. doi: 10.23885/2500-395X-2019-1-4-207-211

3. Архипова О. Е., Черногубова Е. А., Лихтанская Н. В. Геоинформационное моделирование медико-экологической безопасности южных регионов России. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2018. Т. 24, № 1. С. 109–122. doi: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-109-122

Arkipova O. E., Chernogubova E. A., Likhtanskaya N. V. Spatiotemporal analysis of the incidence of cancer diseases case study of southern regions of Russian Federation InterKarto. *InterGIS*. 2018, 24 (1), pp.109-122. [In Russian]. <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2018-1-24-109-122>

4. Архипова О. Е., Черногубова Е. А., Лихтанская Н. В., Кулыгин В. В., Шевердяев И. В., Куролан С. А., Епринцев С. А., Тарасов В. А., Матишов Д. Г. Пространственно-временной анализ встречаемости онкологических заболеваний как индикатора медико-экологической безопасности. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного научного центра РАН, 2014. 224 с.

Arkipova O. E., Chernogubova E. A., Likhtanskaja N. V., Kulygin V. V., Sheverdjaev I. V., Kurolop S. A., Eprintsev S. A., Tarasov V. A., Matishov D. G. *Spatiotemporal analysis of the incidence of cancer diseases as an indicator of medical and environmental safety*. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers, 2014, 224 p. [In Russian]

5. Архипова О. Е., Черногубова Е. А., Чибичян М. Б., Коган М. И. Эпидемиология рака предстательной железы в Ростовской области. Пространственно-временная статистика // Онкоурология. 2016. Т. 12, № 4. С. 52–59. doi: 10.17650/1726-9776-2016-12-4-52-59

Arkipova O. E., Chernogubova E. A., Chibichyan M. B., Kogan M. I. Epidemiology of prostate cancer in the Rostov region. *Spatio-temporal statistics. Onkourologiya* [Cancer Urology]. 2016, 12 (4), pp. 52-59. [In Russian]. <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2016-12-4-52-59>

6. Архипова О. Е., Черногубова Е. А., Тарасова Т. Т. Медико-экологические и социально-демографические аспекты развития прибрежных зон Азовского моря, подверженных влиянию морских опасных явлений // Труды Южного научного центра Российской академии наук. 2020. Т. 8. С. 286–299. doi: 10.23885/1993-6621-2020-8-286-299

Arkipova O. E., Chernogubova E. A., Tarasova T. T. Medical-ecological and socio-demographic aspects of the

development of the coastal zones of the sea of Azov, exposed to the influence of marine hazard. *Proceedings of the southern scientific center of the Russian Academy of Sciences*. 2020, 8, pp. 286-299. [In Russian]. doi: 10.23885/1993-6621-2020-8-286-299

7. Гегерь Э. В., Золотникова Г. П., Капцов В. А. Методы оценки эколого-гигиенического состояния территорий // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 12. С. 1338–1341. doi: 10.47470/0016-9900-2019-98-12-1338-1341

Geger E. V., Zolotnikova G. P., Kaptsov V. A. Methods of evaluation of the sanitary-ecological condition of territories. *Gigiena i Sanitariya*. 2019, 98 (12), pp. 1338-1341. [In Russian]. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-12-1338-1341>

8. Гичев Ю. П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека. Аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, 2003. 138 с.

Gichev Yu. P. *Environment Pollution and Ecology-related Human Pathology Analytical review*. Novosibirsk, 2003, 138 p. [In Russian]

9. Злокачественные новообразования в России в 2016 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой. М.: ФГБУ «Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П. А. Герцена» – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский радиологический центр» Минздрава России, 2018. 250 с.

Malignant tumors in Russia in 2016 (morbidity and fatality). Eds. Kaprin A. D., Starinskiy V. V., Petrova G. V. Moscow, The P. A. Herzen Moscow Research Oncological Institute is a branch of the Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Radiological Center» of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2018, 250 p. [In Russian]

10. Огрызко Е. В., Иванова М. А., Голубев Н. А., Жокина Н. А., Попова Н. М. Динамика «грубых» и стандартизованных показателей заболеваемости и смертности населения России от злокачественных новообразований за 2003–2016 годы // Проблемы стандартизации в здравоохранении. 2018. № 1–2. С. 9–13. doi: 10.26347/1607-2502201801-02009-013

Ogryzko Ye. V., Ivanova M. A., Golubev N. A., Zhokina N. A., Popova N. M. The dynamics of “gross” and standardized morbidity and mortality rates of the Russian population from malignant neoplasms for the years 2003-2016. *Problemy standartizatsii v zdravookhraneni* [Problems of standardization in health care]. 2018, 1-2, pp. 9-13 [In Russian]. doi: 10.26347/1607-2502201801-02009-013

11. Петрова Г. В., Грецова О. П., Каприн А. Д., Старинский В. В. Характеристика и методы расчета медико-статистических показателей, применяемых в онкологии. М.: ФГБУ МНИОИ им. П. А. Герцена Минздрава РФ, 2014. 40 с.

Petrova G. V., Gretsova O. P., Kaprin A. D., Starinskiy V. V. *Characteristics and methods of calculation of medical and statistical indicators used in oncology*. Moscow, 2014, 40 p. [In Russian]

12. Состояние онкологической помощи населению России в 2016 году / под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой М.: «Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена» – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский радиологический центр» Минздрава России; 2017. 236 с.

The state of oncological care to the population of Russia in 2016. Eds. Kaprin A. D., Starinskiy V. V., Petrova G. V. Moscow, The P. A. Herzen Moscow Research Oncological Institute is a branch of the Federal State Budgetary Institution

«National Medical Research Radiological Center» of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2017, 236 p. [In Russian]

13. Тарасова Т. Т. Особенности демографической ситуации муниципальных образований Ростовской области // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2018. Т. 1, № 3. С. 323–328. doi: 10.23885/2500-395x-2018-1-3-323-328

Tarasova T. T. The peculiarities of the demographic situation of municipalities of the Rostov region. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Sistemny analiz i modelirovaniye ekonomicheskikh i ekologicheskikh system. Ecology* [Economy. Informatics. System analysis and mathematical modeling of ecological and economic systems]. 2018, 1 (3), pp. 323-328. [In Russian]. doi: 10.23885/2500-395x-2018-1-3-323-328

14. Турсун-Заде Р. Оценка распространенности злокачественных новообразований в России с применением модели заболеваемости – смертность // Демографическое обозрение. 2018. Т. 5, № 3. С. 103–126. URL: <https://CyberLink.ru/article/n/otsenka-rasprostranennosti-zlokachestvennyh-novoobrazovaniy-v-rossii-s-primeneniyem-modeli-zabolevaemost-smertnost> (дата обращения: 24.12.2019).

Tursun-Zade R. An evaluation of the prevalence of malignant neoplasms in Russia using an incidence-mortality model. *Demograficheskoe obozrenie* [Demographic Review] 2018, 5 (3), pp. 103-126. [In Russian]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-rasprostranennosti-zlokachestvennyh-novoobrazovaniy-v-rossii-s-primeneniyem-modeli-zabolevaemost-smertnost> (accessed: 24.12.2019). doi: 10.17323/demreview.v5i3.8137

15. ArcGIS Pro Resources. Available at: <https://www.esri.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-pro/resources> (accessed: 14.02.2020).

16. Bray F., Ferlay J., Soerjomataram I., Siegel R. L., Torre L. A., Jemal A. Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2018, 68 (6), pp. 394-424. doi: 10.3322/caac.21492

17. Environmental health. Available at: https://www.who.int/health-topics/environmental-health#tab=tab_ (accessed: 09.03.2021).

18. Hamed K. H. Exact distribution of the Mann-Kendall trend test statistic for persistent data. *Journal of Hydrology*. 2009, 365 (Issue 1), pp. 86-94. doi: 10.1016/j.jhydrol.2008.11.024

19. Siegel R. L., Miller K. D., Jemal A. Cancer Statistics, 2016. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2016, 66 (1), pp. 7-30. doi: 10.3322/caac.21332

20. Wild C. P., Weiderpass E., Stewart B. W. World Cancer Report: Cancer Research for Cancer Prevention. Lyon, France, International Agency for Research on Cancer, 2020. Available at: <http://publications.iarc.fr/586> (accessed: 09.03.2021).

Контактная информация:

Черногубова Елена Александровна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией экспериментальной биологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»

Адрес: 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, д. 41
E-mail: eachernogubova@mail.ru