



Ефимова Н.В., Рукавишников В.С., Мыльникова И.В.

Комплексный эпидемиологический анализ риска злокачественных новообразований: опыт применения

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия

Введение. Одной из актуальных проблем здравоохранения является высокий уровень заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований (ЗНО) среди населения.

Цель — дать комплексную оценку онкологического риска по эпидемиологическим показателям и выявить зоны неблагополучия на территории Иркутской области.

Материалы и методы. Работа выполнена по данным официальной статистической отчетности. В анализ включены 37 локализаций ЗНО в соответствии с Международной классификацией болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). Территория Иркутской области рассматривалась в разрезе существующих административных единиц: 10 городов и 27 районов, включающих города и сельские поселения. Проведён трёхэтапный анализ данных с использованием методов кластерного анализа и оценки относительного риска.

Результаты. Выявлено две приоритетные группы территорий риска: 1-й кластер — промышленные города с накопленным техногенным воздействием, где отмечаются наиболее высокие уровни заболеваемости, болезненности и смертности от злокачественных новообразований и все показатели имеют средние темпы роста; 2-й — кластер, включающий в основном северные территории, где отмечаются самые высокие уровень и рост смертности, заболеваемости, болезненности и запущенности. Сельские районы, расположенные в центральной части Иркутской области, где традиционно проживает основная доля бурятского населения, характеризуются относительно низкими показателями заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований, что определяет необходимость целевых исследований для выявления протективных генетических и средовых факторов.

Заключение. Апробированный в данной работе трёхэтапный подход к анализу эпидемиологических показателей онкологической патологии может быть использован при выявлении ключевых проблем и на других территориях для разработки целевой программы по профилактике злокачественных новообразований среди городского населения.

Ключевые слова: злокачественные новообразования; заболеваемость; смертность; болезненность; запущенность; относительный риск; кластерный анализ

Для цитирования: Ефимова Н.В., Рукавишников В.С., Мыльникова И.В. Комплексный эпидемиологический анализ риска злокачественных новообразований: опыт применения. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(11): 1317-1322. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1317-1322>

Для корреспонденции: Ефимова Наталья Васильевна, профессор, доктор мед. наук, вед. науч. сотр. лаб. эколого-гигиенических исследований ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск. E-mail: medecolab@inbox.ru

Участие авторов: Ефимова Н.В. — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка данных, написание и редактирование текста; Рукавишников В.С. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Мыльникова И.В. — сбор материала и статистическая обработка данных, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

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

Финансирование. Финансирование работы осуществлялось за счет средств, выделяемых для выполнения государственного задания ФГБНУ ВСИМЭИ.

Поступила: 10.09.2021 / Принята к печати: 28.09.2021 / Опубликована: 30.11.2021

Natalia V. Efimova, Viktor S. Rukavishnikov, Inna V. Mylnikova

Comprehensive epidemiological analysis of the risk of malignant neoplasms: experience of the implementation

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation

Introduction. The high level of morbidity and mortality from malignant neoplasms among the population is one of the pressing health problems. The aim of the study is to assess cancer risk according to the array of epidemiological indicators and identify risk zones in the Irkutsk region.

Materials and methods. The work was carried out according to the official statistical reporting data. The analysis included 37 locations of malignant neoplasms under ICD-X. Data analysis was carried out in three stages using cluster analysis methods and relative risk assessment.

Results. Two priority groups of risk areas have been identified. The highest levels of incidence, prevalence, and mortality are noted in cluster 1. Cluster 1 includes industrial cities with accumulated technogenic impact. 2 cluster includes mainly northern territories, where the highest level and growth of mortality, morbidity, and neglect are noted. Rural areas in the central part of the Irkutsk region, where the bulk of the Buryat population traditionally lives, are characterised by relatively low morbidity and mortality rates from malignant neoplasms. This feature determines the need for targeted research to identify protective genetic and environmental factors.

Conclusion. Tested in this work, the three-stage approach to analysing epidemiological indicators of oncological pathology can be used to identify critical problems in other territories.

Keywords: malignant neoplasms; incidence; morbidity; mortality; late detection of the disease; relative risk; cluster analysis

For citation: Efimova N.V., Rukavishnikov V.S., Mylnikova I.V. Comprehensive epidemiological analysis of the risk of malignant neoplasms: experience of the implementation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(11): 1317-1322. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1317-1322> (In Russ.)

For correspondence: Natalia V. Efimova, MD, PhD, DSci., Professor, a leading researcher of the Laboratory of ecological and health studies of the East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation. E-mail: medecolab@inbox.ru

Information about authors:

Efimova N.V., <https://orcid.org/0000-0001-7218-2147> Rukavishnikov V.S., <https://orcid.org/0000-0003-2536-1550> Mylnikova I.V., <https://orcid.org/0000-0001-7685-9004>

Contribution: Efimova N.V. — the concept and design of the study, collection and processing of material, writing a text, editing; Rukavishnikov V.S. — the concept and design of the study, editing; Mylnikova I.V. — collection and processing of material, writing a text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The work was carried out according to the research plan within the framework of the state assignment to the East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research.

Received: September 10, 2021 / Accepted: September 28, 2021 / Published: November 30, 2021

Введение

Рост заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) является одной из актуальнейших проблем современности, которую можно рассматривать как глобальную угрозу. Заболеваемость ЗНО может являться маркером канцерогенного влияния окружающей (в том числе производственной) среды на человека [1]. В течение нескольких десятилетий ведётся наблюдение за динамикой онкологической заболеваемости и смертности как в целом по Российской Федерации (РФ), так и в отдельных регионах [2–4]. Ретроспективный анализ показателей заболеваемости населения в различных регионах выявил тенденцию роста злокачественных новообразований как в сельской, так и в городской местности [3, 5, 6]. Анализ статистических данных по Сибирскому и Дальневосточному федеральным округам свидетельствует о том, что заболеваемость ЗНО населения урбанизированных территорий выше, чем сельских, и, что весьма важно, уровень её повышается: так, с 1993 по 2012 год число ежегодно выявляемых случаев ЗНО выросло в 1,4 раза [4]. Рост повозрастных и стандартизованных показателей заболеваемости свидетельствует о том, что изучаемое явление обусловлено не только постарением населения региона [7]. Социальная значимость данной патологии связана с длительной утратой трудоспособности, ростом потери общего и трудоспособного населения, расходами на оказание медицинской и медико-социальной помощи онкологическим больным и т. п. Всё перечисленное определяет необходимость принятия эффективных социальных мер по предотвращению потерь, научному обоснованию системы мероприятий по профилактике онкопатологии, построению долгосрочного медико-социального прогноза развития и совершенствования противораковой борьбы [8–11]. Однако подходы к выявлению кризисных проблем разработаны не в полной мере, накопление значительной статистической информации требует её всестороннего анализа и осмысления.

Цель – провести комплексный анализ эпидемиологических показателей онкологической патологии и выявить зоны неблагополучия на территории Иркутской области.

Материалы и методы

Работа выполнена по данным официальной статистической отчётности (ф. № 7 – 2003–2019 гг.) и годовым отчётам «Основные показатели работы медицинских организаций Иркутской области» (2016–2019 гг.). Все показатели рассмотрены для категории «население в целом», за исключением локализаций ЗНО (молочная железа, мужские и женские репродуктивные органы), где расчёты проведены на

численность населения с учётом полового распределения. Ретроспективно проведён комплексный анализ первичной заболеваемости ЗНО 37 локализаций в соответствии с МКБ-10. Территория Иркутской области рассматривалась в разрезе существующих административных единиц: 10 городов и 27 районов, включающих города и сельские поселения. Комплексный анализ включал три последовательных этапа. *Первый этап* заключался в выявлении ведущих локализаций ЗНО и территорий, неблагополучных по уровню первичной заболеваемости. С помощью иерархического кластерного анализа по средним показателям первичной заболеваемости установлены ведущие локализации ЗНО. Применение кластерного анализа методом k -средних позволило объединить города и районы Иркутской области в территориальные кластеры (кл.) с учётом показателя средней заболеваемости по приоритетным локализациям ЗНО. На *втором этапе* проведено сравнение показателей, отражающих клинико-диагностическую деятельность органов здравоохранения: первичной заболеваемости; болезненности; запущенности; смертности в разрезе территориальных кластеров. На *третьем этапе* выполнено ранжирование территориальных кластеров по отдельным показателям и сумме рангов (за первый ранг приняты наибольшие величины показателей), выявлен кластер с лучшей ситуацией для расчёта относительного риска.

Статистическую обработку проводили с применением программ Microsoft Excel и Statistica, версия 10.0. Первичная заболеваемость в кластерах представлена с использованием среднего арифметического (M), его 95%-х доверительных интервалов (CI 95%), рассчитана на 100 тыс. населения ($^{\circ}/00000$). Динамику показателей первичной заболеваемости ЗНО в кластерах изучали с помощью линейного регрессионного анализа. Рассмотрены уравнения вида $Y = a + bx$, где Y – изучаемый показатель, x – порядковый номер года от начала исследования. Изменения показателей оценивали по коэффициенту детерминации (R^2) с помощью шкалы Чеддока. Для оценки динамики показателей рассчитывали темп среднегодового прироста / убыли ($T_{пр.(уб.)}$). Анализ статистической значимости различий между средними проводили с применением коэффициента Стьюдента. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали с учётом поправки Бонферрони, равной 0,017. Величины относительного риска (RR) представлены с CI 95%. Уровень риска считали статистически значимым при нижней границе интервала, превышающей 1.

Результаты

Проведённый на *первом этапе* иерархический кластерный анализ показал, что по величине первичной заболеваемости и её динамике анализируемые локализации ЗНО в соответствии с МКБ-10 объединяются в 5 кластеров (рис. 1). Кластер 1 объединил: ЗНО органов дыхания (С33, С34); желудка (С16) и молочной железы (С50), для которых характерны наиболее высокие значения первичной заболеваемости (среднее значение – $39,3 \pm 1,1$, минимальное (min) – 28,1; максимальное (max) – $55,3^{\circ}/00000$). Также достаточно высокие значения первичной заболеваемости отмечены по ЗНО, объединённым 2-м кластером (среднее – $18,5 \pm 0,7$; min – 11,8; max – $28,1^{\circ}/00000$). Локализации 2-го кластера представлены ЗНО: ободочной (С18) и прямой кишки (С19–21); шейки матки (С53); кожи неутроченных локализаций (С44, С46); предстательной железы (С61); почек (С64). Третий кластер составили ЗНО поджелудочной железы (С25), тела матки (С54), яичника (С56), мочевого пузыря (С67) (среднее – $10,6 \pm 0,4$; min – 6,7; max – $17,2^{\circ}/00000$). Минимальные значения первичной заболеваемости отмечены для кластеров 4 и 5 ($5,8 \pm 0,2$; min – 3,8; max – 8,1 и $0,9 \pm 0,04$; min – 0,6; max – $1,8^{\circ}/00000$ соответственно). Кластеры 4 и 5 включают ЗНО: губы (С00); гортани (С32); пищевода (С15); желчного пузыря (С23, С24); щитовидной железы (С73); печени (С22); головного

Древовидная диаграмма для 50 переменных.
Метод Варда. Евклидово расстояние.

Tree diagram 50 variables. Ward method. Euclidean distance

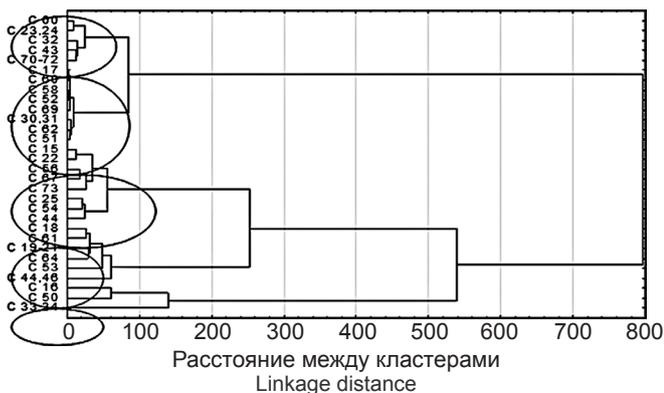


Рис. 1. Классификация первичной заболеваемости злокачественных новообразований по локализациям.

Fig. 1. Classification of the incidence of malignant neoplasms by location.

Original article

Линейный график для множественных переменных (50 переменных • 50 случаев)
Line plots for multiple variables (50v • 50cases)

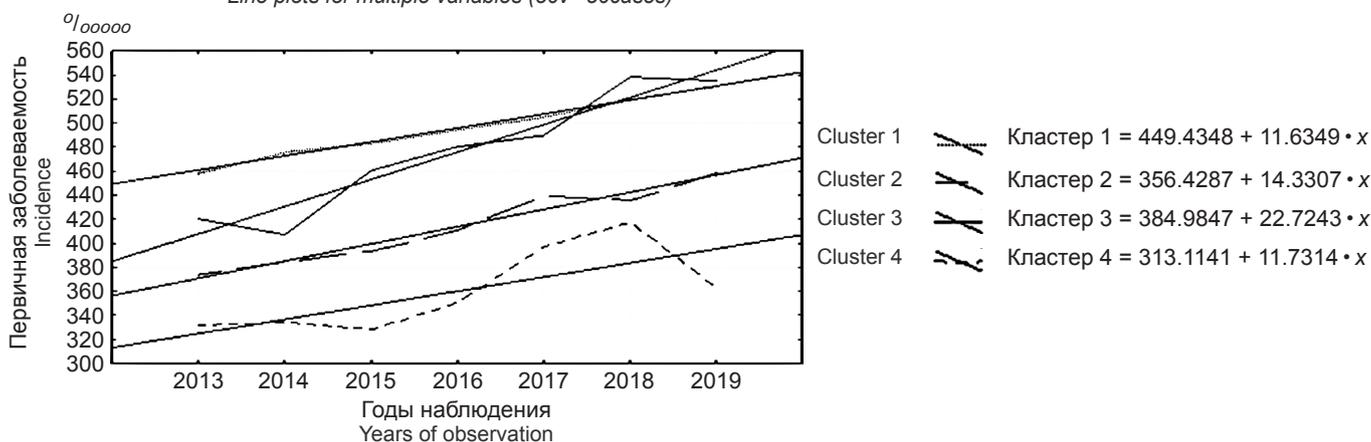


Рис. 2. Динамика заболеваемости (на 100 тыс. населения) злокачественными новообразованиями по кластерам.

Fig. 2. Dynamics of incidence of malignant neoplasms by clusters (the per 100 thousand population).

Линейный график для множественных переменных (50 переменных • 50 случаев)
Line plots for multiple variables (50v • 50cases)

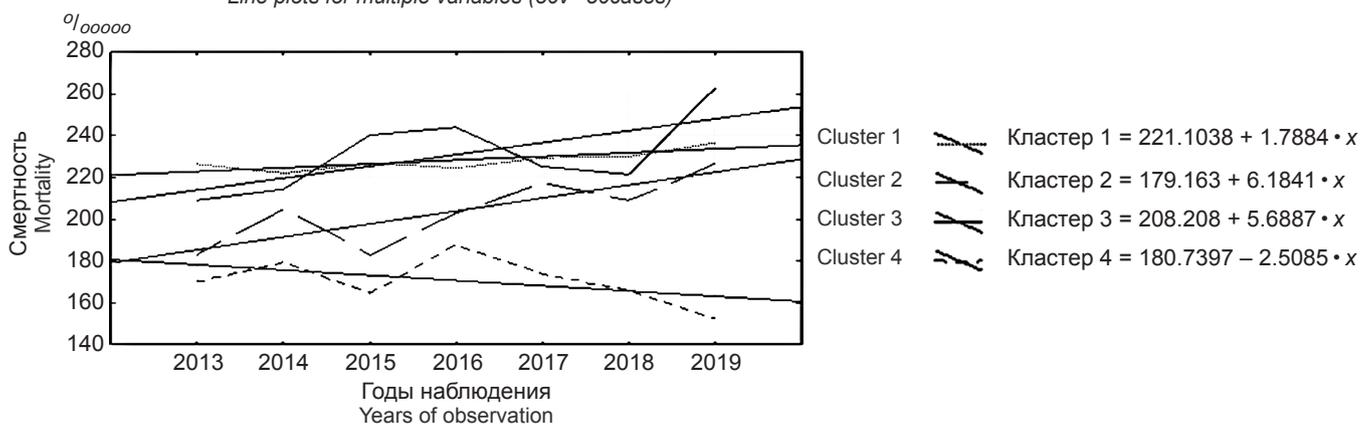


Рис. 3. Динамика смертности на 100 тыс. населения от злокачественных новообразований по кластерам.

Fig. 3. Dynamics of mortality from malignant neoplasms by cluster (per 100 thousand population)

мозга (С70–72); глаза (С69); полостей носа и среднего уха (С30); придаточных пазух (С31); меланому кожи (С43) и др. В связи с низкой частотой локализаций ЗНО, образовавших 4-й и 5-й кластеры, перечисленные локализации из дальнейшего анализа исключены.

В ходе классификации территории Иркутской области по уровню первичной заболеваемости ведущих локализаций выявлено 4 кластера по величинам первичной заболеваемости и установлены статистически значимые различия между показателями по отдельным локализациям опухолевого процесса.

Наиболее высокий уровень первичной заболеваемости ЗНО по ведущим локализациям характерен для кластера 1, объединившего 1,3 млн человек, проживающих в 8 городах и 2 административных районах (из которых 70,5% – жители промышленных центров). Также значительные уровни первичной заболеваемости отмечены на территориях, образовавших кластеры 2 и 3. Кластер 2 (482 тыс. населения) включает 7 административных районов. Территории, образовавшие кластер 3 (165 тыс. человек), представлены 9 административными районами. Наиболее низкие значения первичной заболеваемости по ведущим локализациям ЗНО выявлены на территориях 10 административных районов,

объединенных 4-м кластером (общая численность населения – 162 тыс. человек).

На втором этапе исследования проведена оценка динамики показателей в 2013–2019 гг. на территориях, образовавших 1-й, 2-й, 3-й, 4-й кластеры. Линейные регрессионные модели показателя заболеваемости свидетельствуют об увеличении анализируемого показателя, которое оценивается по шкале Чеддока в 1-м, 2-м и 3-м кластерах – как весьма высокое ($R^2 = 0,99$, $R^2 = 0,95$ и $R^2 = 0,92$ соответственно), в 4-м кластере – заметное ($R^2 = 0,53$) (рис. 2). При этом максимальные значения заболеваемости отмечены в 1-м ($M \pm m = 495,9 \pm 9,5$; min 458,8; max 531,8^{0/00000}) и 3-м кластерах (475,9 \pm 19,3; min 407,1; max 538,4^{0/00000}). Показатели 2-го кластера занимали промежуточное положение и характеризовались средним значением анализируемого показателя 413,5 \pm 11,9; min – 373,7; max – 458,3^{0/00000}. Отмечено, что среднегодовой темп прироста показателя заболеваемости к 2019 году достигал максимальных значений во 2-м и 3-м кластерах и составил 22,6 и 27,3% соответственно. В 1-м кластере среднегодовой темп прироста был ниже, чем во 2-м и 3-м кластерах, – 15,9%. В кластере 4 заболеваемость имела минимальный уровень (360 \pm 13,1; min 328,1; max 417,2^{0/00000}) и увеличивалась менее интенсивно – $T_{пр.(y6.)} = 9,3\%$.

Относительные риски заболеваемости злокачественными новообразованиями по приоритетным локализациям (*RR* [95% CI])
Relative risks of malignant neoplasms incidence by priority locations

Локализации злокачественных новообразований Location of malignant neoplasm		Код по МКБ-10 ICD-10 Code	Относительный риск и доверительные границы Relative risk and confidence interval		
			кластер cluster		
			1	2	3
Желудок	Stomach	C 16	1.14 (1.12–1.21)	0.93 (0.90–0.95)	1.19 (1.13–1.23)
Ободочная кишка	Colon	C 18	2.22 (2.12–2.32)	1.36 (1.30–1.40)	1.51 (1.43–1.60)
Прямая кишка, ректосигмоидное соединение, анус	Rectum, rectosigmoid junction, anus	C 19–21	1.92 (1.84–2.0)	1.35 (1.28–1.42)	1.32 (1.25–1.41)
Трахея, бронхи, лёгкое	Trachea, bronchus, lung	C 33, 34	1.22 (1.19–1.25)	1.09 (1.06–1.12)	1.43 (1.39–1.48)
Молочная железа	Breast	C 50	2.15 (2.08–2.22)	1.54 (1.45–1.55)	1.47 (1.37–1.49)
Предстательная железа	Prostate	C 61	1.6 (1.78–1.95)	1.22 (1.16–1.28)	1.46 (1.38–1.54)
Почка	Kidney	C 64	1.67 (1.60–1.71)	1.21 (1.16–1.27)	1.53 (1.45–1.62)

Оценка аппроксимирующих кривых свидетельствует о росте показателя *болезненности* на территориях 1–4-го кластеров. Динамика показателя *болезненности* описывается линейными трендами: 1-й кластер $Y = 98,132x + 2089,4$; 2-й кластер $Y = 92,792x + 1473$; 3-й кластер $Y = 134,05x + 1516,8$; 4-й кластер $Y = 98,368x + 1207,4$. Характер изменений *болезненности* на территориях всех кластеров оценивается по коэффициенту детерминации аппроксимации как весьма высокий (в 1-м и 2-м кластерах $R^2 = 0,99$, в 3-м и 4-м – $R^2 = 0,98$). Несмотря на близкий характер динамики *болезненности*, первое место по величине среднего значения анализируемого показателя занимает 1-й кластер ($M \pm m - 2481,9 \pm 80,3$; min – 2209,9; max – 2784,9^{0/00000}), второе – 3-й кластер (2052,9 ± 110,4; min – 1683,2; max – 2478,8^{0/00000}), третье – 2-й кластер (1844,1 ± 76,1; min – 1591,5; max – 2128,8^{0/00000}). Минимальные значения среднего показателя *болезненности* установлены в 4-м кластере – 1600,8 ± 80,8; min – 1328,4; max – 1903,2^{0/00000}. О гетерогенной динамике показателя на территориях Иркутской области также свидетельствуют значения темпа среднегодового прироста. К 2019 году $T_{пр.(уб.)}$ составил для 3-го и 4-го кластеров 47,3 и 43,3% соответственно, для 2-го кластера – 33,8%, для 1-го – 26%. Таким образом, в период наблюдения интенсивный рост *болезненности* произошёл на территориях 3-го и 4-го кластеров.

Представляет интерес анализ динамики показателя *запущенности*. В исследуемый период отмечено снижение *запущенности* на территориях Иркутской области. Изменения указанной характеристики описываются линейной моделью: для 1-го кластера – $Y = -0,667x + 31,681$; для 2-го кластера – $Y = -0,4869x + 33,548$; для 3-го кластера – $Y = 0,0046x + 31,551$; для 4-го кластера – $Y = -0,8161x + 35,966$. Установлено, что снижение показателя *запущенности* оценивается в 1-м и 4-м кластерах как заметное ($R^2 = 0,66$ и $R^2 = 0,51$ соответственно), во 2-м – умеренное ($R^2 = 0,48$). Значительные колебания показателя в 3-м кластере свидетельствуют об отсутствии стабильной динамики ($R^2 = 0,00$). Сравнивая значения темпа среднегодового прироста (убыли), можно заметить, что на территориях 3-го кластера произошёл рост показателя на 5,9%, на территориях 1-го, 2-го, 4-го кластеров – снижение на 15,1; 11,7 и 13,1% соответственно.

При изучении линейных регрессионных моделей *смертности* выявлено увеличение показателя на террито-

риях 1-го, 2-го, 3-го кластеров (рис. 3). В 1-м и 2-м кластерах увеличение показателя *смертности* оценивается как заметное ($R^2 = 0,67$ и $R^2 = 0,66$ соответственно), в 3-м кластере – как умеренное ($R^2 = 0,43$). В 4-м кластере отмечено умеренное снижение показателя ($R^2 = 0,22$). Сравнительная оценка средних значений показателя *смертности* показала, что первое место занимают территории 3-го кластера ($M \pm m - 217,8 \pm 14,5$; min – 125,5; max – 262,5^{0/00000}), второе – территории 1-го кластера (212,8 ± 15,5; min – 104,6; max – 236,9^{0/00000}); третье – 2-го кластера (193,9 ± 11,4; min – 123,8; max – 226,6^{0/00000}). Самый низкий показатель зарегистрирован на территориях, вошедших в 4-й кластер (160,6 ± 10,8; min – 89,7; max – 188,2^{0/00000}). Установлено, что среднегодовой темп прироста показателя *заболеваемости* к 2019 году достигал максимальных значений во 2-м и 3-м кластерах и составил 23,8 и 25,5% соответственно. В 1-м кластере темп прироста был значительно ниже – 4,7%. Обращает на себя внимание тот факт, что территории, образовавшие 4-й кластер, характеризуются снижением показателя *смертности* к 2019 году на 10,3 ± 2,3%.

Обобщая полученные результаты, на *третьем этапе* провели интегральную оценку рангов и направленности динамики показателей по кластерам. Наиболее благополучной является ситуация на территориях 4-го кластера, где $\Sigma_{рангов} = 13$, отмечено снижение *запущенности* и *смертности* на фоне роста *заболеваемости* и *болезненности*. Во 2-м кластере $\Sigma_{рангов} = 11$, но при этом увеличиваются не только *заболеваемость* и *болезненность*, но и *смертность* от ЗНО, а *запущенность* снижается. Аналогичная направленность динамики показателей характерна и для 1-го кластера, но на этих территориях регистрируются самые высокие уровни *заболеваемости* и *болезненности* и второй по величине коэффициент *смертности* по причине ЗНО ($\Sigma_{рангов} = 7$). В 3-м кластере наблюдается самый высокий уровень *смертности* и 2-й ранг *заболеваемости* и *болезненности* ($\Sigma_{рангов} = 9$), но особенно тревожным фактором является рост всех рассматриваемых эпидемиологических характеристик.

В таблице представлены величины относительного риска *заболеваемости* по основным локализациям. Наиболее высокие уровни *RR* отмечены по ЗНО ободочной кишки (*RR* находился в пределах от 1,36 во 2-м кластере до 2,22 – в 1-м кластере), молочной железы (от 1,47 в 3-м кластере до 2,15 в 4-м), предстательной железы (1,22 (2-й кластер) – 1,86 (4-й кластер)).

Обсуждение

Таким образом, анализируя уровни заболеваемости и относительного риска, следует отметить некоторые особенности. Вошедшие в 1-й кластер по величине заболеваемости такие приоритетные локализации, как ЗНО трахеи, бронхов, лёгких (С 33, 34) и ЗНО желудка (С16), распространены среди всего населения Иркутской области, поэтому уровни относительного риска имели низкие ранги значимости. Так, для С 33, 34 относительный риск имеет 5-й ранг в северных районах области (4-й класс по эпидемиологическим характеристикам), а в промышленных городах, южных и северо-западных районах Иркутской области *RR* имел 6-й ранг. Частота ЗНО желудка в районах 2-го и 3-го кластеров не отличалась, а в 1-м и 3-м ранг относительного риска – 7-й. Территориально наиболее значимыми оказались различия частот ЗНО по локализациям: ободочная кишка (ранги 1–2-й) и молочная железа (ранги 1–3-й), в связи с этим на следующих этапах исследований необходимо оценить факторы риска, которые характерны для жителей промышленных городов и большинства районов Иркутской области, но не характерны для центральных районов Иркутской области. На территориях, вошедших в 4-й кластер, преобладает сельское население (91,4%), 38% которого составляют носители культуры и обычая коренных жителей Сибири – бурят. В среднем по Иркутской области доля бурятского населения составляет 3,2% [12]. Известно, что среди представителей коренных народов южной Сибири ниже частота заболеваемости ЗНО молочной железы [13]. Установлено, что заболеваемость в Улан-Удэ среди коренного населения в 1,9 раза ниже, чем среди пришлого, а среди сельского населения Республики Бурятия – в 2,8, смертность от рака молочной железы среди пришлого населения Республики Бурятия в 2,3 раза выше, чем среди коренного [14]. Представляется интересным обратить внимание на частоту ЗНО в этнически близкой бурятской популяции населения Республики Монголия: стандартизованный по возрасту уровень заболеваемости раком молочной железы в Монголии один из самых низких в мире, в 2008 году он составил 8 случаев на 100 000 женского населения, тогда как в Китае – 21,6, в Казахстане – 35,5 и в РФ – 43 [15]. Важно отметить, что среди населения территорий 4-го кластера ниже частота не только ЗНО С 50, но кожи и меланомы кожи, тела матки, предстательной железы, колоректального рака. Данный факт требует дальнейшего изучения, так как может быть связан и с генетическими особенностями монголоидного населения, и с образом жизни [15–17].

При сравнении структуры населения в изучаемых кластерах в зависимости от уровня урбанизации попарно, статистически значимые различия выявлены во всех парах $p = 0,000$. Исключение составили лишь 2-й (число жителей города 57,9%, а села – 42,1%) и 3-й (63,9 и 36,1% соответственно) кластеры, где различий не отмечено ($p = 0,199$). Обратим внимание, что в 1-м кластере – преимущественно городское население (96,8%).

Учитывая, что площадь Иркутской области составляет 767,9 тыс. км² и характеризуется слабо развитой транспортной инфраструктурой, особенно для северных районов [18], можно предположить значимость удалённости территорий от медицинских учреждений, оказывающих специализированную онкологическую помощь (города Иркутск, Ангарск, Братск, Усолье-Сибирское). Наибольшие расстояния до административного центра – г. Иркутска для 7 из 9 районов 3-го кластера более 800 км (Катангский район – 1,5 тыс. км). Большинство районов 2-го кластера удалены от онкодиспансеров на 200–300 км, а 4-го – на 150–250 км. В связи с этим доступность онкологической помощи (по её снижению) можно проранжировать следующим образом: 1-й кластер > 4-й кластер > 2-й кластер > 3-й кластер. Вероятно, именно этот фактор мо-

жет быть весомой причиной негативных особенностей динамики изучаемых показателей.

Высокие уровни онкологической заболеваемости и болезненности могут объясняться не только качеством диагностики и лечения, но и влиянием техногенных факторов. Роль канцерогенноопасных предприятий как крупных источников поступления химических примесей в атмосферный воздух и воздух рабочей зоны, определяющих риск развития ЗНО, рассмотрена в наших исследованиях для Иркутской области [19], а также отмечена и доказана для других территорий [4, 11, 20–23]. Наиболее высокие показатели заболеваемости в целом по ЗНО зарегистрированы в Иркутске («грубый» – 516,1, стандартизованный по возрасту – 599,6 на 1000 населения), Черемхове (498,3 и 550,9‰ соответственно), Шелеховском районе (504,1 и 541,9‰). По ЗНО локализации «трахея, бронхи, лёгкие» лидируют г. Черемхово (66,8 и 67,4‰), Усолье-Сибирское (63,9 и 60,1‰), Усть-Илимск (69,5 и 61,1‰). Отметим, что эти уровни значительно превышают средние показатели по Сибирскому федеральному округу и РФ [2]. В указанных городах долгие годы функционировали крупные промышленно-энергетические комплексы: цветной металлургии, химической и лесоперерабатывающей промышленности, машиностроения, добычи угля. Учитывая значительный латентный период для ЗНО, укажем величину валовых выбросов в 1990–1992 гг.: в Иркутске 153,6 тыс. тонн, Черемхове – 24,5, Усолье-Сибирском – 86,9, Шелехове – 51,9, Усть-Илимске – 26,5 тыс. тонн [24]. В настоящее время количество выбросов в связи с остановкой и модернизацией некоторых производств сократилось и составило в среднем в 2017–2019 гг. в Иркутске 105,9 тыс. тонн, Черемхове – 4,8, Усолье-Сибирском – 24,7, Шелехове – 34,1, Усть-Илимске – 26,5 тыс. тонн. Однако известно, что даже при прекращении активной деятельности канцероопасных предприятий сохраняется опасность, связанная с накопленным техногенным воздействием [11, 25–27].

Апробированный в данной работе трёхэтапный подход к анализу эпидемиологических показателей онкологической патологии может быть использован при выявлении ключевых проблем и на других территориях. Однако исследование имеет некоторые неопределённости, связанные с особенностями формирования статистических информационных массивов, в том числе с возможностью погрешностей «территориальной привязки» некоторых случаев по месту регистрации пациента, а не по реальному месту проживания, отсутствием распределения по этническому признаку.

Заключение

Комплексная оценка эпидемиологических характеристик онкопатологии в Иркутской области позволила выявить две приоритетные группы территорий риска. Во-первых, это промышленные города с накопленным техногенным воздействием, где отмечаются наиболее высокие уровни заболеваемости, болезненности и смертности от злокачественных новообразований и все показатели имеют средние темпы роста. Во-вторых, кластер, включающий в основном северные территории с преимущественным значением горнодобывающей промышленности и активным развитием нефте- и газодобычи в последние десятилетия, где отмечается самый высокий уровень смертности, высокие уровни заболеваемости и болезненности, но особенно неблагоприятным является рост всех рассматриваемых эпидемиологических характеристик. Сельские районы, расположенные в центральной части Иркутской области, где традиционно проживает основная доля бурятского населения, характеризуются относительно низкими показателями заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований, что определяет необходимость целевых исследований для выявления протективных генетических и средовых факторов.

Литература

(п. 1, 6, 8, 10, 15, 17, 21–23, 25, 27 см. в Reference)

2. Заридзе Д.Г., Каприн А.Д., Стилиди И.С. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями и смертности от них в России. *Вопросы онкологии*. 2018; 64(5): 578–91.
3. Писарева Л.Ф., Одинцова И.Н., Ананина О.А., Бояркина А.П. Злокачественные новообразования у населения Сибири и Дальнего Востока. *Сибирский онкологический журнал*. 2015; (1): 68–75.
4. Кики П.Ф., Алексеева Г.Н., Морева В.Г., Волков М.В., Юдин С.В. Влияние факторов среды обитания на распространенность рака почки и мочевого пузыря в биоклиматических зонах Приморского края. *Казанский медицинский журнал*. 2017; 98(3): 423–9. <https://doi.org/10.17750/KMJ2017-423>
5. Морева В.Г., Алексеева Г.Н., Кики П.Ф., Горборукова Т.В., Сабирова К.М., Литвинова У.М. Анализ распространения онкологических заболеваний в Приморском крае. *Дальневосточный медицинский журнал*. 2018; (1): 44–9.
7. Писарева Л.Ф., Ананина О.А., Одинцова И.Н., Чимитдоржиева Т.Н. Эпидемиологические аспекты заболеваемости злокачественными новообразованиями населения административных центров Сибирского федерального округа. *Профилактическая медицина*. 2015; 18(2–1): 43–8.
9. Замятин А.В. Современная организация противораковой борьбы и онкологической помощи в Российской Федерации. *Экономика и социум*. 2017; 37(6–1): 15–7.
11. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Кузьмина Е.А., Адриановский В.И., Кочнева Н.И. Системный подход к оценке и управлению канцерогенной опасностью субъектов хозяйственной деятельности на примере свердловской области. *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2015; 53(2): 40–3.
12. Население Иркутской области по данным Росстат. Доступно: <https://rosinfostat.ru/naselenie-irkutskoj-oblasti/#i-6>
13. Гервас П.А., Молоков А.Ю., Панферова Е.В., Писарева Л.Ф., Чердынцева Н.В. Этнические аспекты наследственного рака молочной железы. *Сибирский онкологический журнал*. 2019; 18(2): 102–8. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2019-18-2-102-108>
14. Писарева Л.Ф., Ляхова Н.П., Перинов Д.А., Панферова Е.В., Дорошенко А.В., Ананина О.А., и др. Заболеваемость раком молочной железы и смертность от него коренного и пришлого населения Республики Бурятия. *Профилактическая медицина*. 2019; 22(2): 62–7. <https://doi.org/10.17116/profmed20192202162>
16. Тармаева И.Ю., Браун О., Ефимова Н.В. Оценка алиментарно обусловленных рисков, связанных с особенностями питания городских мужчин Монголии. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(10): 951–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-951-956>
18. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. М.-Иркутск; 2004.
19. Ефимова Н.В., Рукавишников В.С., Панков В.А., Пережогин А.Н., Шаяхметов С.Ф., Мешакова Н.М. и соавт. Оценка канцерогенного риска для работников предприятий Иркутской области. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(12): 1163–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1163-1167>
20. Боев В.М., Зеленина Л.В., Кряжев Д.А., Тулина Л.М., Неплохов А.А. Анализ канцерогенного риска при воздействии факторов окружающей среды на здоровье населения крупного промышленного города и заболеваемость злокачественными новообразованиями. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; 279(6): 4–7.
24. Ефимова Н.В., Кауров П.К., Пережогин А.Н., Зайкова З.А., Безгодов И.В., Горнов А.Ю. и соавт. *Факторы окружающей среды: опыт комплексной оценки*. Иркутск; 2010.
26. Май И.В., Клейн С.В., Веквшинина С.А., Ханхареев С.С., Мадеева Е.В., Землянова М.А. и соавт. Гигиеническая оценка канцерогенного риска и онкологической заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния мест складирования отходов горнорудного комбината. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; 302(5): 40–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-40-47>
1. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Lancet*. 2018; 392(10159): 1789–858. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)32279-7)
2. Zariidze D.G., Kaprin A.D., Stilidi I.S. Dynamics of morbidity and mortality from malignant tumors in Russia. *Voprosy onkologii*. 2018; 64(5): 578–91. (in Russian)
3. Pisareva L.F., Odintsova I.N., Ananina O.A., Boyarkina A.P. Cancer incidence among population of Siberia and Russian Far East. *Sibirskiy onkologicheskij zhurnal*. 2015; (1): 68–75. (in Russian)
4. Kiku P.F., Alekseeva G.N., Moreva V.G., Volkov M.V., Yudin S.V. The influence of habitat factors on the prevalence of kidney and bladder cancer in bioclimatic zones of Primorsky kraj. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2017; 98(3): 423–9. <https://doi.org/10.17750/KMJ2017-423> (in Russian)
5. Moreva V.G., Alekseeva G.N., Kiku P.F., Gorburokova T.V., Sabirova K.M., Litvinova U.M. Analysis of distribution of oncological diseases in the Primorye territory. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*. 2018; (1): 44–9. (in Russian)
6. Boukovalas S., Sariego J. The Urban/rural dichotomy in the distribution of breast cancer across Pennsylvania. *Am. Surg.* 2015; 81(9): 884–8.
7. Pisareva L.F., Ananina O.A., Odintsova I.N., Chimitdorzhieva T.N. Cancer morbidity in the administrative centers of the Siberian administrative district: epidemiological aspects. *Profilakticheskaya meditsina*. 2015; 18(2-1): 43–8. (in Russian)
8. Global battle against cancer won't be won with treatment alone Effective prevention measures urgently needed to prevent cancer crisis. *WHO*. Lyon/London; 2014. Available at: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr224_E.pdf
9. Zamyatin A.V. The modern principles and contemporary cancer control and oncological care organization in Russian Federation. *Ekonomika i sotsium*. 2017; 37(6-1): 15–7. (in Russian)
10. Karlsen F., Muturi M., Muyabwa C., Roseng L.E., Bigabwa S., Chihongola B., et al. The potential of RNA as a target for national screening of pre-cancer. *J. Public. Health Afr.* 2018; 9(3): 866. <https://doi.org/10.4081/jphia.2018.866>
11. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Kuz'mina E.A., Adrianovskiy V.I., Kochneva N.I. Systematic approach to the assessment and management of carcinogenic hazard of economic entities on an example of Sverdlovsk region. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*. 2015; 53(2): 40–3. (in Russian)
12. The population of the Irkutsk region according to Rosstat. Available at: <https://rosinfostat.ru/naselenie-irkutskoj-oblasti/#i-6> (in Russian)
13. Gervas P.A., Molokov A.Yu., Panferova E.V., Pisareva L.F., Cherdynitseva N.V. Ethnic aspects of hereditary breast cancer. *Sibirskiy onkologicheskij zhurnal*. 2019; 18(2): 102–8. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2019-18-2-102-108> (in Russian)
14. Pisareva L.F., Lyakhova N.P., Perinov D.A., Panferova E.V., Doroshenko A.V., Ananina O.A., et al. Breast cancer incidence and mortality rates in native and alien populations of the Republic of Buryatia. *Profilakticheskaya meditsina*. 2019; 22(2): 62–7. <https://doi.org/10.17116/profmed20192202162> (in Russian)
15. Troisi R., Altantsetseg D., Davaasambuu G., Rich-Edwards J., Davaalkham D., Tretli S., et al. Breast cancer incidence in Mongolia. *Cancer Causes Control*. 2012; 23(7): 1047–53.
16. Tarmaeva I.Yu., Braun O., Efimova N.V. Evaluation of alimentary related risks associated with peculiarities of nutrition of urban men in Mongolia. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(10): 951–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-951-956> (in Russian)
17. Erdenebileg Z., Park S.H., Chang K.J. Comparison of body image perception, nutrition knowledge, dietary attitudes, and dietary habits between Korean and Mongolian college students. *Nutr. Res. Pract.* 2018; 12(2): 149–59. <https://doi.org/10.4162/nrp.2018.12.2.149>
18. Atlas. Irkutsk Region: Environmental Conditions for Development [Atlas. Irkutskaya oblast': ekologicheskie usloviya razvitiya]. Moscow-Irkutsk; 2004. (in Russian)
19. Efimova N.V., Rukavishnikov V.S., Pankov V.A., Perezhogin A.N., Shayakhmetov S.F., Meshchakova N.M., et al. Assessment of carcinogenic risks to workers of the main enterprises of the Irkutsk region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(12): 1163–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1163-1167> (in Russian)
20. Boev V.M., Zelenina L.V., Kryazhev D.A., Tulina L.M., Neplokhov A.A. Analysis on exposure carcinogenic risk of environmental factors on health largest industrial cities and malignant tumors. *Zdorove naseleniya i sreda obitaniya*. 2016; 279(6): 4–7. (in Russian)
21. Scarselli A., Corfatti M., Di Marzio D., Marinaccio A., Iavicoli S. Gender differences in occupational exposure to carcinogens among Italian workers. *BMC Public Health*. 2018; 18(1): 413. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5332-x>
22. Vimercati L., Cavone D., Mansi F., Cannone E.S.S., De Maria L., Caputi A., et al. Health impact of exposure to asbestos in polluted area of Southern Italy. *J. Prev. Med. Hyg.* 2019; 60(4): E407–18. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2019.60.4.1330>
23. Lee W., Kang M.Y., Kim J., Lim S.Sh., Yoon J.H. Cancer risk in road transportation workers: a national representative cohort study with 600,000 person-years of follow-up. *Sci. Rep.* 2020; 10(1): 11331. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68242-5>
24. Efimova N.V., Kaurov P.K., Perezhogin A.N., Zaykova Z.A., Bezgodov I.V., Gornov A.Yu., et al. *Environmental Factors: A Comprehensive Assessment Experience [Faktory okruzhayushchey sredy: opyt kompleksnoy otsenki]*. Irkutsk; 2010. (in Russian)
25. Hovanec J., Siemiatycki J., Conway D.I., Olsson A., Stücker I., Guida F., et al. Lung cancer and socioeconomic status in a pooled analysis of case-control studies. *PLoS One*. 2018; 13(2): e0192999. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192999>
26. May I.V., Kleyn S.V., Vekovshinina S.A., Khankhareev S.S., Madeeva E.V., Zemlyanova M.A., et al. Hygienic assessment of carcinogenic risk and oncologic morbidity of population living on territories where industrial wastes from an ore mining and processing enterprise were stored. *Zdorove naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; 302(5): 40–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-40-47> (in Russian)
27. Buckley J.P., Barrett E.S., Beamer P.I., Bennett D.H., Bloom M.S., Fennell T.R., et al. Opportunities for evaluating chemical exposures and child health in the United States: The Environmental influences on Child Health Outcomes (ECHO) Program. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 2020; 30(3): 397–419. <https://doi.org/10.1038/s41370-020-0211-9>