

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ АЭРОГЕННОГО КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ОМСКА

Колчин А.С.¹, Овчинникова Е.Л.¹, Плотникова О.В.¹, Ширинская Н.В.^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

²БУЗОО «Медицинский информационно-аналитический центр»

Авторы:

Колчин А.С., к.м.н., доцент ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» МЗ России; <https://orcid.org/0000-0001-5149-1784>

Овчинникова Е.Л., к.м.н., доцент ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России; <https://orcid.org/0000-0002-9970-7617>; SPIN-код: 7377-8065

Плотникова О.В., д.м.н., доцент, заведующая кафедрой ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России; <http://orcid.org/0000-0002-0696-3516>

Ширинская Н.В., к.м.н., заместитель директора по вопросам медицинской статистики БУЗОО Омский медицинский информационно-аналитический центр; <https://orcid.org/0000-0001-8295-5203>.

Автор, ответственный за переписку

Овчинникова Елена Львовна, кандидат медицинских наук, ученое звание – доцент, должность – доцент кафедры гигиены труда, профпатологии ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России; адрес для переписки: Россия, 644050, г. Омск, ул. Проспект Мира, 9; e-mail: el-omsk@yandex.ru;

DOI: 10.61634/2782-3024-2024-15-10-20

Резюме

Омская область входит в перечень 14 субъектов Российской Федерации, на территории которых, число дополнительных случаев всех причин смертности, связанных с загрязнением атмосферного воздуха превышает среднероссийское значение более, чем в 1,5 раза.

Цель работы состояла в ориентировочной оценке территориально-распределенных причинно-следственных связей между канцерогенными рисками здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух города Омска, и смертностью жителей города от злокачественных новообразований.

Материал и методы. Для работ по оценке риска здоровью были использованы данные федеральной государственной системы социально-гигиенического мониторинга и национальной экологической системы наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха за период 2009-2022 г.г. о среднегодовых концентрациях химических веществ. Для расчета фактических «грубых» и стандартизованных показателей смертности населения города Омска использовались данные социально-гигиенического мониторинга и территориального органа Росстата за период 2017-2022 г.г. Для стандартизации смертности по возрастному составу применялся прямой метод с использованием мирового стандарта ВОЗ. Территориальное распределение многолетних данных о канцерогенных рисках и смертности населения от ЗНО оценивалось в разрезе пяти административных округов, 8-ми стационарных постов наблюдения. Оценка различий показателей между территориями проводилась статистическими методами: дисперсионный анализ, критерий Стьюдента, критерий Манна-Уитни; применялись относительные риски смертности (RR) и корреляционный анализ.

Результаты. Установлено неравномерное распределение среднемноголетних концентраций исследуемых канцерогенов и индивидуальных канцерогенных рисков

на территории города, определены относительно «чистые» и «грязные» микротерритории. На территориях с многолетними повышенными уровнями канцерогенного риска - уровень смертности от злокачественных новообразований был достоверно выше $RR=1,27$ (95% CI 1,252-1,288), в том числе по группе нозологий «лейкозы» (C91-C95).

Заключение. В стратегические программы по борьбе с онкологическими заболеваниями целесообразно включить алгоритмы надзора за территориями с повышенными уровнями смертности от ЗНО в условиях загрязнения среды обитания химическими канцерогенами с усилением межведомственного сотрудничества в этой сфере со стороны медицинских организаций, органов Роспотребнадзора, природоохранных ведомств и муниципальных органов власти.

Ключевые слова: канцерогенный риск здоровью, смертность от злокачественных новообразований, загрязнение атмосферного воздуха

DISTRIBUTION OF AEROGENIC CARCINOGENIC RISK LEVELS AND POPULATION MORTALITY FROM MALIGNANT NEOPLASMS ON THE TERRITORY OF OMSK CITY

Kolchin A.S.¹, Ovchinnikova E.L.¹, Plotnikova O.V.¹, Shirinskaya N.V.^{1,2}

¹ Omsk State Medical University

² Omsk Medical Information and Analytical Center".

Omsk region is included in the list of 14 subjects of the Russian Federation, on the territory of which the number of additional cases of all causes of mortality associated with atmospheric air pollution exceeds the average Russian value by more than 1.5 times.

The aim of the work was to estimate tentatively the territorially distributed cause-and-effect relationships between carcinogenic risks to public health under the influence of chemical substances polluting the atmospheric air of the city of Omsk and the mortality of the city residents from malignant neoplasms.

Material and methods. The data of the federal state system of socio-hygienic monitoring and the national ecological system of atmospheric air pollution observation for the period 2009-2022 on average annual concentrations of chemical substances were used for health risk assessment. To calculate the actual "rough" and standardized mortality rates of the population of Omsk city, the data of socio-hygienic monitoring and the territorial body of Rosstat for the period 2017-2022 were used. To standardize mortality by age composition, a direct method using the WHO world standard was used. The territorial distribution of multi-year data on carcinogenic risks and mortality of the population from MND was assessed in the context of five administrative districts, 8 stationary observation posts. The assessment of differences between the territories was carried out by statistical methods: dispersion analysis, Student's criterion, Mann-Whitney test; relative risks of mortality (RR) and correlation analysis were used.

Results. Uneven distribution of average annual concentrations of the studied carcinogens and individual carcinogenic risks on the territory of the city was established; relatively "clean" and "dirty" micro-territories were determined. In the territories with long-term increased levels of carcinogenic risk - the mortality rate from malignant neoplasms was significantly higher $RR=1.27$ (95% CI 1.252-1.288), including the group of nosologies "leukemia" (C91-C95).

Conclusion. It is advisable to include algorithms of supervision over the territories with increased mortality rates from STDs under conditions of environmental pollution by chemical carcinogens in strategic programs to combat oncological diseases with the

strengthening of interagency cooperation in this area on the part of medical organizations, Rospotrebnadzor, environmental agencies and municipal authorities.

Keywords: carcinogenic health risk, mortality from malignant neoplasms, atmospheric air pollution

Список сокращений и терминов

АО – административный округ города Омска

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ЗВ – загрязняющие вещества

ЗНО – злокачественные новообразования

мкр. – микрорайон города Омска

МАИР (IARC) – международное агентство по изучению рака

ИРИС (IRIS EPA) – интегрированная система информирования о рисках Агентства по охране окружающей среды США

Субтерритория (микротерритория) города Омска – территория, имеющая официально утвержденные административные границы (административный округ, микрорайон)

Введение

В Омске сосредоточено более 300 канцерогеноопасных предприятий, загрязняющих атмосферный воздух и воздух рабочих мест: нефтеперерабатывающее производство, топливно-генерирующие предприятия, производство технического углерода, пластмасс, резины, каучука; асфальтобетонное производство. В основном, они расположены в Октябрьском, Советском и Центральном административных округах.

По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека: среди 14 субъектов Российской Федерации, на территории которых, число дополнительных случаев всех причин смертности, связанных с загрязнением атмосферного воздуха превышало среднероссийское значение более, чем в 1,5 раза находится Омская область за счет областного центра. Основную долю дополнительных случаев смерти у всего населения страны формировала смертность от болезней органов дыхания (1,9 на 100 тыс. человек) и злокачественных новообразований (1,4 на 100 тыс. человек), что составляет 2,4 % и 0,73 % от фактической смертности населения по данным причинам соответственно.

Международное агентство по изучению рака (МАИР), еще в 2013 году, включило

загрязненный атмосферный воздух в список доказанных канцерогенных факторов для организма человека (группа 1), при этом ряд авторов считает, что атмосферный воздух является основным «способом» передачи канцерогенных ЗВ человеку [13].

Цель работы состояла в ориентировочной оценке территориально-распределенных причинно-следственных связей между канцерогенными рисками здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух города Омска и смертностью жителей города от злокачественных новообразований.

Материал и методы

Оценка аэрогенного индивидуального канцерогенного риска здоровью населения при воздействии загрязняющих веществ, поступающих из атмосферного воздуха проводилась в соответствии с Руководством (Р 2.1.10.3968-23). Для работ по оценке риска здоровью были использованы данные федеральной государственной системы социально-гигиенического мониторинга и национальной экологической системы наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха о среднегодовых концентрациях химических веществ за период 2009-2022 г.г. В анализ были включены канцерогены, которые отбирались на

всех 8-ми стационарных постах города Омска по полной программе наблюдения на протяжении 14-летнего периода: углерод (сажа), формальдегид, бензол, бенз(а)пирен.

Расчеты средних суточных доз химических веществ, поступающих в организм человека в течение всей жизни, проводились с использованием стандартных параметров в трех возрастных группах: дети младшей группы 0 - <6 лет, дети старшей группы 6 - <18 лет и взрослые 18 лет и старше. Риск, учитывающий все возрастные периоды жизни, был рассчитан на основе средневзвешенной пожизненной дозы.

Для расчета фактических «грубых» и стандартизованных показателей смертности населения в разрезе субтерриторий города Омска использовались данные социально-гигиенического мониторинга и территориального органа Росстата за период 2017-2022 г.г. Для стандартизации смертности по возрастному составу применялся прямой метод с использованием мирового стандарта ВОЗ.

Территориальное распределение многолетних данных о канцерогенных рисках и смертности населения от ЗНО оценивалось в разрезе пяти административных округов, 8-ми стационарных постов наблюдения и отдельных микрорайонов города Омска. Оценка различий показателей между территориальными образованиями проводилась статистическими методами: дисперсионный анализ, критерий Стьюдента, доверительные интервалы показателей при нормальном распределении данных, критерий Манна-Уитни – при ассиметричном распределении данных; рассчитывались относительные риски смертности (RR); оценивалась связь между показателями с помощью корреляционного анализа с учетом достоверности коэффициента корреляции. Расчеты проводились в Excel 2013 с помощью надстройки «Пакет анализа».

Результаты

На протяжении всего периода наблюдения – среднегодовой уровень канцерогенного риска здоровью населения, в целом для города Омска, находился выше допустимого значения и оценивался как настораживающий [9].

В результате внутригородского территориального распределения средних многолетних значений индивидуального канцерогенного риска в разрезе стационарных постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, установлено, что наибольший риск был характерен для Октябрьского административного округа, и в частности, для микрорайонов 40 лет Октября и поселка Кордный (зона размещения 28 стационарного поста). В Октябрьском округе – средний многолетний канцерогенный риск оценивался как настораживающий (т.е. более $1,0 \cdot 10^{-4}$) и формировался, в основном, за счет формальдегида и углерода (сажи). Также, настораживающий риск регистрировался в зоне размещения поста 26 (Советский АО, мкр. Заозерный) и был связан с повышенными многолетними концентрациями бенз(а)пирена и углерода (сажи). На остальных территориях канцерогенный риск оценивался как допустимый, а минимальные значения отмечались в Кировском административном округе (посты 1, 29) (Рис.1, Табл.1).

Было установлено неравномерное распределение среднемноголетних концентраций исследуемых ЗВ на территории города, т.е. существовали относительно «чистые» и «грязные» субтерритории. Например, для формальдегида и углерода территориальный фактор был более значимый, чем для бензола. (Табл.2). Максимальные концентрации формальдегида, на протяжении всего периода наблюдения, чаще всего регистрировались на 28-ом посту (Октябрьский АО, пос. Кордный и мкр. 40 лет Октября), 7-ом посту (Октябрьский АО, пос. Чкаловский) и 27-

ом посту (северная часть Ленинского АО); максимальные концентрации углерода (сажи) были отмечены на 28-ом и 26-ом постах (Советский АО, мкр. Заозерный); максимальные концентрации бензола регистрировались на 2-ом посту (Центральный АО, северная и центральная часть) и 7-ом постах; бенз/а/пирена на 5-ом (Советский АО, пос. Нефтяники), 26-ом и 27-ом постах. Территории микрорайонов взяты исходя из положения, что радиус репрезентативности стационарного поста наблюдения составляет не менее 2,5 км, т.е. концентрации ЗВ в зоне размещения поста принципиально не меняются.

Превышения среднемноголетних концентраций основных риск-образующих канцерогенов (формальдегида и углерода) на протяжении всего периода наблюдения в зоне размещения 28 поста составляли 2,4 и 2,2 раза соответственно, по сравнению с постом 29 (Кировский АО, мкр. Солнечный) с достоверностью 95%-99% (Табл.3).

Влияние хронологического фактора на уровни концентрации ЗВ (снижение/увеличение концентрации с годами) было ярко выражено у бензола (отмечалась четкая динамика снижения) и отсутствовало у формальдегида и углерода (стабилизация уровней концентрации).

Многолетние уровни смертности населения городских жителей от ЗНО и канцерогенных рисков в разрезе административных округов представлены в таблице 4. Корреляционный анализ между территориальным распределением средних многолетних фактических показателей смертности городских жителей от ЗНО и многолетними уровнями канцерогенных рисков указывает на сильную и прямую связь ($R=0.72$). В соответствии с таблицей критических значений корреляции Пирсона, связь достоверна с вероятностью 95%. В тоже время, анализ достоверности различия

среднемноголетних показателей смертности от ЗНО (как фактических «грубых», так и стандартизованных) по административным округам не дал положительных результатов: показатели не имели существенных отличий. Стоит отметить, что в отдельные допандемийные годы регистрировались достоверные превышения фактических показателей от ЗНО в Октябрьском округе по сравнению с Кировским с вероятностью 68% - 95%; пандемийный период (2021-2022 г.г.) заметно снизил и выровнял показатели смертности от ЗНО по округам.

Учитывая, что наибольший многолетний канцерогенный риск фиксировался в зоне размещения поста № 28, а наименьший в зоне постов № 1 и №29 (превышение в 1,8 раз), были проанализированы уровни многолетней смертности от ЗНО в микрорайонах Солнечный (пост № 29 размещен в центре микрорайона) и в микрорайонах 40 лет Октября и пос. Кордный (пост № 28 размещен на границе двух микрорайонов) (Табл.5). Относительно равные по площади и количеству проживающего населения микротерритории отличаются уровнями смертности населения от ЗНО. Превышение показателя многолетней смертности от ЗНО за 6-тилетний период в зоне размещения поста № 28 составляет 27,0% (достоверно с вероятностью 95%, $t_{\text{факт}}2,8 > t_{\text{крит}}1,96$). В результате дисперсионного анализа уровней смертности от ЗНО в зоне размещения двух постов также установлено достоверное влияние территориального признака на изменчивость показателей смертности ($F_{\text{факт}}(13,1) > F_{\text{крит}}(6,6)$; $p < 0,05$).

Относительный риск (RR) смертности от ЗНО для населения, проживающего в зоне размещения поста №28, по сравнению с наиболее «чистой» зоной размещения поста №29 составил 1,27 (95% CI 1,252-1,288).

Анализ структуры смертности по причине ЗНО в разрезе локализаций на двух исследуемых микротерриториях, в

большинстве случаев, не выявил значимых различий. Для более «грязной» территории было характерно увеличение количества смертей по всем основным причинам смертности от ЗНО (нозологическим группам), а также регистрировалось большее разнообразие нозологий. В структуре смертности двух микротерриторий наибольший удельный вес занимали ЗНО органов пищеварения (42,0%), на втором месте – ЗНО органов дыхания и грудной клетки (16%-20%), на третьем – ЗНО женских половых органов и молочной железы (7,5%-9,5%), далее – ЗНО мужских половых органов (5,0%-6,2%), ЗНО мочевых путей (4,0%-6,2%), ЗНО лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей (4,0%-5,0%).

В ранжированном перечне причин смерти (удельные веса) по отдельным локализациям – первые пять мест, одинаково для двух территорий занимают: рак бронхов и легкого, рак желудка, ободочной кишки, поджелудочной железы и молочной железы. Дальнейшее распределение локализаций отличается: на территории с повышенным канцерогенным риском регистрируются более высокие удельные веса рака печени, рака мочевого пузыря, лейкозов и рака яичника. Для группы нозологий «лейкозы» (C91-C95) было установлено достоверное (95%) отличие относительных показателей между двумя исследуемыми территориями более, чем в 10 раз (табл.5).

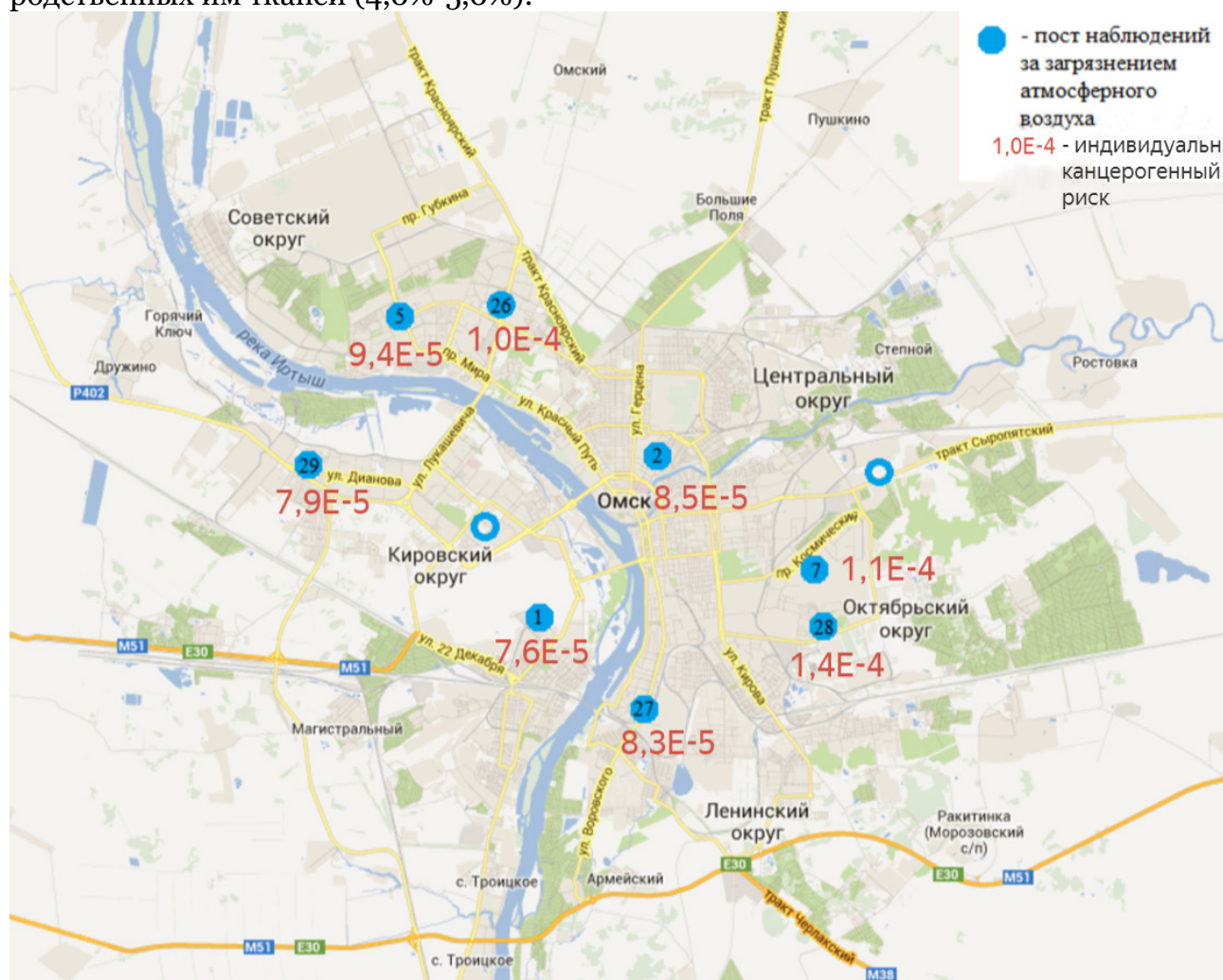


Рис.1. Суммарные индивидуальные канцерогенные риски, рассчитанные по средним многолетним концентрациям канцерогенных веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в разрезе стационарных постов наблюдения; г. Омск, период наблюдения 2009-2022 г.г..

Таблица 1. Таблица 1. Индивидуальные канцерогенные риски, рассчитанные по средним многолетним концентрациям канцерогенных веществ, загрязняющих атмосферный и структура рисков (в %) в разрезе двух постов (28 и 29) на территории г. Омска за период 2009-2022 г.г.

Загрязняющие вещества	Стационарный пост № 29 (КАО)		Стационарный пост № 28 (ОАО)	
	Канцерогенный индивидуальный риск	Структура рисков (доля ЗВ в формировании суммарного риска)	Канцерогенный индивидуальный риск	Структура рисков (доля ЗВ в формировании суммарного риска)
Бенз/а/пирен	3,40E-07	0,43%	5,42E-07	0,38%
Бензол	2,88E-05	36,53%	2,68E-05	18,81%
Формальдегид	3,27E-05	41,49%	7,82E-05	55,01%
Углерод (Сажа)	1,70E-05	21,55%	3,67E-05	25,79%
Суммарный риск	7,87E-05	100%	1,42E-04	100%

Таблица 2. Анализ влияния территориального и временного факторов на уровень среднегодовых концентраций канцерогенных веществ, загрязняющих атмосферный воздух города Омска. (Результаты двухфакторного дисперсионного анализа среднегодовых концентраций загрязняющих веществ, находящихся в атмосферном воздухе города Омска (территория/годы) по мониторируемым веществам (2009-2022 г.г.)).

Загрязняющие вещества	Факторы влияния	Анализ по стационарным постам		Анализ по административным округам	
		Доля влияния фактора (%)	Достоверность влияния (параметры)	Доля влияния фактора (%)	Достоверность влияния (параметры)
Бенз/а/пирен	территория	11,9	Fфакт (13,8)>Fкрит (2,1); p≤0,05	12,0	Fфакт (5,9)>Fкрит (2,5); p≤0,01
	годы	48,0	Fфакт (8,3)>Fкрит (1,8); p≤0,01	61,7	Fфакт (9,3)>Fкрит (1,9); p≤0,01
Бензол	территория	10,1	Fфакт (5,9)>Fкрит (2,2); p≤0,01	2,9	Fфакт (4,9)>Fкрит (2,5); p≤0,01
	годы	76,2	Fфакт (39,0)>Fкрит (2,1); p≤0,01	89,3	Fфакт (46,1)>Fкрит (1,9); p≤0,01
Формальдегид	территория	21,6	Fфакт (4,8)>Fкрит (2,1); p≤0,01	27,7	Fфакт (7,8)>Fкрит (2,5); p≤0,01
	годы	недостаточно (влияние отсутствует)		42,5	Fфакт (2,3)>Fкрит (1,9); p≤0,05
Углерод (Сажа)	территория	22,4	Fфакт (4,9)>Fкрит (2,2); p≤0,01	недостаточно (влияние отсутствует)	
	годы	18,7	Fфакт (1,9)>Fкрит (1,8); p≤0,05	недостаточно (влияние отсутствует)	

Таблица 3. Уровни среднемноголетних концентраций ЗВ в разрезе двух постов (№28 и №29) на территории г. Омска за период 2009-2022 г.г.

Загрязняющие вещества (ЗВ)	Номера стац. постов (админ. округа)	Уровни среднемноголетних концентраций ЗВ (мг/куб.м)	Оценка достоверности различий показателей			Превышение макс/мин (разы)
			ошибка средних показателей (m)	Доверительный интервал (95%)	критерий Стьюдента	
Формальдегид	28 (ОАО)	0,0115	±0,0027	0,0060:0,0169	t факт (39,6) > t крит (3,7); 0,0001	2,40
	29 (КАО)	0,0048	±0,0005	0,0038:0,0057		
Углерод (Сажа)	28 (ОАО)	0,016	±0,0028	0,0103:0,0217	t факт (3,02) > t крит (2,8); 0,001	2,20
	29 (КАО)	0,0074	±0,00035	0,0067:0,0081		

Таблица 4. Средние многолетние уровни канцерогенного риска при воздействии загрязненного атмосферного воздуха и средние многолетние фактические и стандартизованные показатели смертности населения города Омска от ЗНО в разрезе административных округов; период 2017-2022 г.г.

Показатели	Административные округа				
	Кировский АО	Ленинский АО	Октябрьский АО	Советский АО	Центральный АО
Средние многолетние показатели канцерогенного риска и оценка уровней* (2009-2022)	7,76E-05 (допустимый)	8,32E-05 (допустимый)	1,25E-04 (настораживающий)	9,99E-05 (допустимый)	8,55E-05 (допустимый)
Средние многолетние фактические показатели смертности населения от ЗНО (на 100 тыс. населения) (2017-2022)	195,5±8,7	193,7±9,7	203,1±11,0	192,2±8,6	188,3±8,4
Средние многолетние стандартизованные показатели смертности населения от ЗНО (2017-2022)	108,9±5,13	100,1±5,44	101,4±6,00	99,8±4,83	98,1±4,77

*оценка уровней канцерогенного риска в соответствии с классификацией Р 2.1.10.3968-23

Таблица 5. Сравнительные характеристики и показатели двух исследуемых микротерриторий.

Характеристики территорий	Микрорайон Солнечный (пост № 29)	Микрорайоны 40 лет Октября и поселок Кордный (пост № 28)
Площадь территории микрорайонов, кв.км	1,16	1,20
Численность исследуемого населения, чел.	2300	2892
Уровни средних многолетних канцерогенных рисков при воздействии загрязненного атмосферного воздуха (2009-2022 г.г.)	7,87E-05	1,42E-04
Количество умерших от ЗНО за период 2017-2022 (абс.)	201	321
Показатель смертности населения от ЗНО за 6 лет на 100 тыс.населения	8739,1±588,9	11099,6±584,1

Показатель смертности населения от лейкозов (С91-С95) за 6 лет на 100 тыс. населения	43,5±32,5	414,9±119,5
--	-----------	-------------

Обсуждение

Анализ распределения многолетних концентраций загрязняющих веществ с канцерогенными свойствами и уровней индивидуальны канцерогенных рисков в пределах городской селитебной зоны подтвердил предположение о влиянии территориального фактора на изменчивость показателей. При этом статистическая значимость территориального фактора существенно повышалась при распределении рисков по стационарным постам наблюдения; при распределении по административным округам – снижалась. Территориальный анализ многолетних уровней канцерогенного риска позволил выделить условно «чистые» и «грязные» микротерритории в границах города.

Похожие исследования проводились в различных регионах и ряд авторов указывали на неравномерность распределения аэрогенного канцерогенного риска на территориях промышленных городов и формирование «грязных» территорий [3,10,12].

Так, Суржилов Д.В. с соавторами отмечали настораживающий уровень канцерогенного риска в Новокузнецке, который, в основном, формируется за счет бензола, бенз/а/пирена и формальдегида и выделяли отдельные селитебные зоны с повышенным риском вблизи промышленных узлов [15].

Наличие причинно-следственных связей между территориально-распределенными канцерогенными рисками здоровью и показателями заболеваемости и смертности от рака на территориях промышленных городов подтверждали многие исследователи [1,2]. В научных работах Ефимовой Н.В. было установлено, что пациенты онкодиспансера при сравнении с данными группы лиц, не имеющих диагноза ЗНО, чаще (в 1,1 раза) проживали на территории с

настораживающими уровнями канцерогенного риска; относительный риск развития ЗНО у лиц, длительно находящихся в условиях воздействия химических канцерогенов составил $RR = 1,41$ ($CI\ 1,02 - 1,94$), $p < 0,05$ [6].

Некоторые авторы указывали в своих исследованиях конкретные величины вкладов загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами в онкологическую заболеваемость у трудоспособного населения: от 13% до 20% [7,8], при этом утверждали, что негативные последствия канцерогенного эффекта могут проявиться во временной период до 7 лет [12]. Горский А.И. с соавторами получили статистически значимые вклады комплексного атмосферного техногенного выброса в заболеваемость раком лёгкого - 2,2% (0,7; 5,2) для мужчин и 3,7% (0,5; 6,7) для женщин [4].

Во многих современных отечественных и зарубежных научных публикациях приведены результаты исследований причинно-следственных связей между хроническим воздействием отдельных приоритетных поллютантов и развитием ЗНО; уточнены характерные локализации и морфологические особенности рака [16,18,20,21,22,23]. Епринцев С.А. с соавторами получили в своих исследованиях сильные корреляционные зависимости при воздействии загрязнения атмосферы бенз(а)пиреном и формальдегидом на показатель интегральной смертности населения от злокачественных новообразований, а также смертности населения от лейкемии [5].

По данным МАИР и ИРИС доказано наличие связи между хроническим аэрогенным воздействием формальдегида и риском развития плоскоклеточного рака верхних дыхательных путей, а также указывается на возможную связь с лейкозами [17,19]. Гигиеническая оценка канцерогенного риска с учетом территориальных

особенностей - весьма важное направление в области профилактики злокачественных новообразований [11].

Заключение

На территориях с настораживающими уровнями канцерогенного риска уровень смертности от злокачественных новообразований был достоверно выше $RR=1,27$ (95% CI 1,252-1,288), в том числе по группе нозологий «лейкозы» (C91-C95).

В стратегические программы по борьбе с онкологическими заболеваниями целесообразно включить алгоритмы надзора за территориями с повышенными уровнями заболеваемости и смертности от ЗНО в условиях загрязнения среды обитания химическими канцерогенами с усилением межведомственного сотрудничества в этой сфере со стороны медицинских организаций, органов Роспотребнадзора, природоохранных ведомств и муниципальных органов власти.

Резервы снижения смертности населения по причине ЗНО, ассоциированной с канцерогенным

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белых Л. И., Будько Т.И. Бенз(а)пирен в атмосфере и его канцерогенные риски для здоровья населения городов Южного Прибайкалья. XXI век. Техносферная безопасность 2020; 5-3(19): 243-252. DOI 10.21285/2500-1582-2020-3-243-252
2. Боев В.М., Кряжева Е.А., Бектяшева И.К. [и др.] Сравнительная гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения проживающего, на территориях с различным уровнем заболеваемости раком молочной железы. Уральский медицинский журнал 2019; 4(172): 9-13. DOI 10.25694/URMJ.2019.04.06
3. Валеев Т. К., Тихонов В. Н., Сулейманов Р. А. Опыт гигиенической оценки канцерогенного риска для здоровья населения, проживающего на территориях с развитой нефтяной отраслью. Тенденции развития науки и образования 2021. 79-1: 6-8. DOI 10.18411/trnio-11-2021-01
4. Горский А. И., Туманов К. А., Чекин С. Ю., Иванов В. К. Вклад атмосферных техногенных выбросов в заболеваемость раком лёгкого в Российской Федерации. Гигиена и санитария 2023; 102 (2): 106-112. DOI 10.47470/0016-9900-2023-102-2-106-112
5. Елпринцев С. А., Куролап С. А., Клепиков О. В., Шекоян С. В. Оценка воздействия техногенного загрязнения воздушной среды на

загрязнением воздуха включают более точечные санитарно-гигиенические, профилактические и реабилитационные мероприятия на территориях «риска» с учетом знания патогенетических механизмов действия основных риск-образующих ЗВ.

Вопросы первичной профилактики злокачественных новообразований и проблемы раннего выявления рака возможно решать более конструктивно не только в условиях активного взаимодействия врачей первичного звена с онкологами, но и в условиях более плотного информационного межведомственного взаимодействия с органами Роспотребнадзора.

Ограничения исследования были связаны с применением статистических методов исследования; отсутствием оценки стандартизованных показателей смертности от ЗНО на изучаемых микротерриториях в зонах размещения стационарных постов; неполным перечнем канцерогенов, включенных в оценку канцерогенного риска здоровью ввиду ограниченных возможностей мониторинговых систем.

- медико- демографические процессы крупных урбанизированных регионов. Геополитика и экогеодинамика регионов 2020; 6 (3):43-50. DOI 10.37279/2309-7663-2020-6-3-43-50
6. Ефимова Н. В., Мыльникова И.В. Оценка вклада онкогенных факторов в риск развития злокачественных новообразований у городского населения трудоспособного возраста. Анализ риска здоровью 2021; 3: 99-107. DOI 10.21668/health.risk/2021.3.09
7. Жуйкова Л. Д., Чойнзонов Е. Л., Ананина О. А. [и др.]. Заболеваемость раком легкого в различных городах мира (обзор). Вопросы онкологии. 2020; 66 (3): 239-246. DOI 10.37469/0507-3758-2020-66-3-239-246
8. Заридзе Д. Г., Мукерия А. Ф., Шаньгина О. В. Взаимодействие факторов окружающей среды и генетического полиморфизма в этиологии злокачественных опухолей. Успехи молекулярной онкологии 2016; 3 (2): 8-17. DOI 10.17650/2313-805X-2016-3-2-8-17
9. Крига А.С., Никитин С.В., Овчинникова Е.Л. [и др.] О ходе реализации федерального проекта "Чистый воздух" на территории города Омска. Анализ риска здоровью 2020; 4:31-45. DOI 10.21668/health.risk/2020.4.04
10. Попельницкая И.М., Крылова В.А., Шилина Н.Г. [и др.] Анализ динамики

индивидуальных ингаляционных канцерогенных рисков здоровью населения г. Красноярск. Мониторинг. Наука и технологии 2022; 2(52): 54-59. DOI 10.25714/MNT.2022.52.006

11. Пузырев В. Г., Халфиев И. Н., Музаффарова М. Ш. [и др.] Оценка сравнительной канцерогенной опасности в условиях воздействия факторов промышленной экологии. Медицина и организация здравоохранения 2022; 7(2):60-68. DOI 10.56871/3326.2022.12.17.008

12. Ракитский В.Н., Стёпкин Ю.И., Клепиков О.В., Куролап С.А. Оценка канцерогенного риска здоровью городского населения, обусловленного воздействием факторов среды обитания. Гигиена и санитария 2021; 100 (3): 188-195. DOI /10.47470/0016-9900-2021-100-3-188-195

13. Салигаскаров И. И., Бакиров А. Б., Степанов Е. Г. Гигиеническая оценка канцерогенных рисков и анализ влияния факторов среды обитания на онкологическую заболеваемость населения крупного промышленного города (обзор литературы). Медицина труда и экология человека 2023; 4(36): 95-107. DOI 10.24412/2411-3794-2023-10407

14. Соленова Л. Г. Современные подходы к оценке влияния загрязнения окружающей среды на онкологический риск. Успехи молекулярной онкологии 2020; 7 (1):17-22. DOI 10.17650/2313-805X-2020-7-1-17-22

15. Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А., Голиков Р.А. Опыт применения статистико-математических технологий для оценки влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения в крупном промышленном центре. Гигиена и санитария 2021. 100 (7):663-667. DOI 10.47470/0016-9900-2021-100-7-663-667

16. Bonfiglio R., Scimeca M., Mauriello A. The impact of environmental pollution on cancer: Risk mitigation strategies to consider. Science of the Total Environment 2023; 902: 166219. DOI 10.1016/j.scitotenv.2023.166219

17. International Agency for Research on Cancer. Chemical agents and related occupations. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 2012;100:9-562

18. Jabran M. Rangraze I. Unravelling the complex interplay: environmental mixtures and breast cancer risk. Siberian Journal of Oncology 2024; 23(2):111-116. DOI 10.21294/1814-4861-2024-23-2-111-118

19. Kang D.S., Kim H.S., Jung JH. [et al]. Formaldehyde exposure and leukemia risk: a comprehensive review and network-based toxicogenomic approach. Genes and Environ 2021; 43:13 (2021). DOI 10.1186/s41021-021-00183-5

20. Li D., Shi J., Liang Di. [et al.]. Lung cancer risk and exposure to air pollution: a multicenter North China case-control study involving 14604 subjects. BMC Pulmonary Medicine 2023; 23 (1):182. DOI 10.1186/s12890-023-02480-x

21. Marcinkiewicz A., Ochotnicka A., Borowska-Waniak K. [et al.] The impact of air pollution on the occurrence of lung cancer: a literature review. Archiv EuroMedica 2023;13(5). DOI 10.35630/2023/13/5-507

22. Nikmanesh Y., Mohammadi M. Ja., Yousefi H. [et al.]. The effect of long-term exposure to toxic air pollutants on the increased risk of malignant brain tumors. Reviews on Environmental Health 2023; 38(3):519-530. DOI 10.1515/reveh-2022-0033

23. Vopham T., Jones R. R. State of the science on outdoor air pollution exposure and liver cancer risk. Environmental Advances 2023;11:100354. DOI 10.1016/j.envadv.2023.100354