

ОЦЕНКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ КАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

© Виктор Геннадьевич Пузырев¹, Ильнур Нилович Халфиев²,
Миляуша Шамилевна Музаффарова³, Лилия Владимировна Григорьева⁴,
Ирина Дмитриевна Ситдикова^{1, 5}, Алмаз Азгарович Имамов³, Марина Владимировна
Колпакова⁵, Дмитрий Владимирович Павлов^{6, 7}, Михаил Сергеевич Антипов⁸

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2

² Республиканский центр общественного здоровья и медицинской профилактики. 420021, Российская Федерация, Республика Татарстан, Казань, ул. Сары Садыковой, д. 16

³ Казанский государственный медицинский университет. 420012, Российская Федерация, Республика Татарстан, Казань, ул. Бутлерова, д. 49

⁴ Стоматологическая поликлиника № 9. 191028, Санкт-Петербург, Чайковского ул., д. 27, лит А

⁵ Набережночелнинский государственный педагогический университет. 423806, Российская Федерация, Республика Татарстан, Набережные Челны, Низаметдинова ул., д. 28

⁶ Ижевская государственная медицинская академия. 426034, Российская Федерация, Республика Удмуртия, Ижевск, Коммунаров ул., д. 281

⁷ Клиника «Кругозор». 426057, Российская Федерация, Республика Удмуртия, Ижевск, К. Маркса ул., д. 218

⁸ Балашихинская областная больница. 143900, Российская Федерация, Московская область, Балашиха, ш. Энтузиастов, д. 41

Контактная информация: Ирина Дмитриевна Ситдикова — д.м.н., профессор кафедры общей гигиены.
E-mail: sar1002@mail.ru

Поступила: 28.03.2022

Одобрена: 17.05.2022

Принята к печати: 21.06.2022

РЕЗЮМЕ: В современных реалиях вопрос загрязнения окружающей среды выбросами промышленных производств стоит весьма остро. Ежегодно увеличивается количество предприятий, осуществляющих большой вклад в промышленный техногенез территорий. Выбросы данных предприятий влекут за собой загрязнение атмосферы, тем самым влияя на состояние здоровья населения. Превалирующая часть химических веществ, выбрасываемых промышленными предприятиями, обладают канцерогенными свойствами, что определяет необходимость детального изучения данного вопроса с целью оценки уровня канцерогенного риска для дальнейшей разработки профилактических мероприятий. В статье описывается анализ атмосферного воздуха промышленного региона, специализирующегося в нефтяной промышленности. Была проведена гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферы на основе данных показателей Ростехнадзора РФ. Расчет индекса сравнительной канцерогенной опасности проводился согласно методике, представленной в Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Изучены данные показателей за 10-летний период. Всего было рассчитано и изучено 7928 показателей. В ходе анализа выявили 10 приоритетных загрязнителей,

относящихся по классификации МАИР к группам 1, 2А, 2В. Критическими системами, на которые оказывают влияние преобладающая часть данных химических веществ — сердечно-сосудистая, дыхательная и нервная. В ходе анализа было выявлено, что общая заболеваемость и распространенность злокачественных новообразований (ЗНО) за изучаемый период на данной территории имеет тенденцию к росту. На период с 2010 по 2017 год ЗНО выросли от 270,6 случаев на 100 000 населения до 370,6. Полученные результаты подтверждают, что загрязнение атмосферного воздуха выбросами промышленных территорий, обладающими канцерогенными свойствами, повышает общую заболеваемость у населения данной территории, в частности высок риск развития ЗНО.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: канцерогенный риск; промышленная экология.

ASSESSMENT OF THE COMPARATIVE CARCINOGENIC HAZARD UNDER THE IMPACT OF INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL FACTORS УДК

© Viktor G. Puzyrev¹, Ilmur N. Khalfiyev², Milyausha Sh. Muzaffarova³, Lilia V. Grigorieva⁴, Irina D. Sitdikova^{1, 5}, Almaz A. Imamov³, Marina V. Kolpakova⁵, Dmitry V. Pavlov^{6, 7}, Mihail S. Antipov⁸

¹ Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. Litovskaya str., 2. Saint-Petersburg, Russia, 194100

² Republican Center for Public Health and Medical Prevention. Sary Sadykova str., 16. Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, 420021

³ Kazan State Medical University. Butlerova str., 49. Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, 420012

⁴ Dental clinic N 9. Tchaikovsky str., 27, lit. A. Saint-Petersburg, Russia, 191028

⁵ Naberezhnye Chelny State Pedagogical University. Nizametdinova str., 28. Naberezhnye Chelny, Republic of Tatarstan, Russia, 423806

⁶ Izhevsk State Medical Academy. Kommunarov str., 281. Izhevsk, Republic of Udmurtia, Russia, 426034

⁷ Clinic "Krugozor". K. Marksa str., 218. Izhevsk, Republic of Udmurtia, Russia, 426057

⁸ Balashikha Regional Hospital. Highway Entuziastov, 41. Balashikha, Moscow Region, Russia, 143900

Contact information: Irina D. Sitdikova — MD, PhD, Professor of the Department of General Hygiene. E-mail: sar1002@mail.ru

Received: 28.03.2022

Revised: 17.05.2022

Accepted: 21.06.2022

ABSTRACT: In modern realities, the issue of environmental pollution by emissions from industrial production is very acute. The number of enterprises that make a great contribution to the industrial technogenesis of the territories is increasing every year. Emissions from these enterprises lead to air pollution, thereby affecting the population health. The prevailing part of the chemicals emitted by industrial enterprises have carcinogenic properties, which determines the need for a detailed study of this issue in order to assess the level of carcinogenic risk for further working out preventive measures. The article describes the analysis of the atmospheric air of an industrial region specializing in the oil industry. A hygienic assessment of the degree of atmospheric pollution was carried out on the basis of data taken from Rostekhnadzor of the Russian Federation. The calculation of the comparative carcinogenic hazard index was carried out according to the methodology presented in R 2.1.10.1920-04 "Guidelines for assessing the risk to public health when exposed to chemicals that pollute the environment." The data of indicators for a 10-year period were studied. A total of 7928 indicators were calculated and studied. The analysis identified 10 prior pollutants belonging to the IARC classification of groups 1, 2A, 2B. The critical systems that are affected by the predominant part of these chemicals are the cardiovascular, respiratory and nervous systems. The analysis proved that the overall incidence and prevalence of malignant neoplasms (MN) over the study period in this area tends to increase. For the period from 2010 to 2017, MNs increased from 270.6 cases per 100,000 population to 370.6. The results obtained confirm that atmospheric air pollution

with emissions from industrial areas that have carcinogenic properties increases the overall morbidity among the population of the given area, in particular, the risk of developing malignant neoplasms is high.

KEY WORDS: carcinogenic risk; industrial ecology.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире самой распространенной причиной смертности населения различных возрастных групп являются злокачественные новообразования, что определяет данную патологию как весьма значимую для общества [6, 10, 13].

По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно от злокачественных новообразований (ЗНО) в мире погибает около 7,5 млн человек. К сожалению, данные цифры каждый год имеют тенденцию к увеличению [3].

Согласно многим исследованиям, наряду с образом жизни, условиями труда, характером питания, значительную роль на здоровье населения оказывает воздействие факторов окружающей среды [1, 4, 14].

В настоящее время высокие темпы развития промышленных предприятий, которые сконцентрированы на небольшой территории городов, оказывают отрицательное влияние на окружающую среду [15, 24].

Из года в год промышленные предприятия выбрасывают большие количества химических веществ в атмосферу. В России около 73% населения живет в условиях вредного воздействия химических веществ атмосферного воздуха, которые превышают предельно допустимые концентрации (ПДК), и преобладающая часть которых обладает канцерогенными свойствами [7, 12, 24]. Постоянное, комплексное воздействие веществ, превышающих ПДК, способно вызывать эколого-обусловленные заболевания [24].

Еще в 2016 г. в результате воздействия загрязненного атмосферного воздуха было зарегистрировано 4,2 млн случаев преждевременной смерти в мире по причине сердечно-сосудистой, респираторной патологии и онкологических заболеваний [4, 11].

Было доказано, что развитие большей части ЗНО связано, наряду с воздействием загрязненного атмосферного воздуха, и с влиянием некачественной питьевой воды [4, 19]. Установлено, что канцерогенный риск в результате ингаляционного поступления составляет около 80%, вклад перорального пути — более 20% [22].

Преобладающими предприятиями по выбросу в атмосферу опасных веществ, обладающих канцерогенным риском, являются предприятия по добыче и переработке нефти, теплоэнергостанции и др. [8].

Доказано, что в результате деятельности нефтеперерабатывающих заводов в атмосферу выбрасывается более 200 специфических загрязнителей, что способствует образованию эколого-гигиенического неблагополучия. Повышенные концентрации данных загрязнителей приводят к развитию многих заболеваний, в первую очередь онкологических [17]. Согласно исследованиям некоторых авторов, «при комплексном воздействии химических канцерогенов нефтяного техногенеза есть риск развития 373 дополнительных онкологических заболеваний в течение всей жизни» [20].

Комплексное воздействие на организм нескольких веществ, обладающих канцерогенным риском, оценивают как аддитивный [22]. Необходимо также отметить, что отрицательное воздействие канцерогенных веществ при различных путях поступления может суммироваться [9]. Несмотря на многочисленные исследования, в настоящее время многосредовое влияние канцерогенов на здоровье населения изучено недостаточно [24].

Рациональная профилактика патологий, связанных с влиянием факторов окружающей среды, требует комплексного подхода [21, 22]. Весьма важным направлением по профилактике ЗНО является гигиеническая оценка канцерогенного риска с учетом территориальных особенностей [4, 13]. Изучение и оценка канцерогенных рисков позволит формировать прогноз состояния здоровья населения для конкретной территории [17].

В этой связи **целью** данной работы явилась оценка индекса сравнительной канцерогенной опасности в условиях хронического ингаляционного воздействия веществ атмосферного воздуха и определение основных направлений профилактики злокачественных новообразований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является атмосферный воздух промышленного региона, специализирующегося в нефтяной промышленности.

В целях гигиенической оценки степени загрязнения атмосферного воздуха использовали данные показателей структуры Ростехнадзора РФ.

Расчет индекса сравнительной канцерогенной опасности проводился согласно методике, представленной в Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Канцерогенную опасность оценивали в условиях хронического ингаляционного воздействия. Анализ проводили для канцерогенных веществ, относящихся по классификации МАИР к группам 1, 2А, 2В [18].

В ходе анализа оценивали перечень выбрасываемых веществ в атмосферу за предыдущий и отчетный периоды наблюдения. Изучены данные показателей за 10-летний период с 2010 г. Количество выбросов представлено в тоннах в год (тонн/год). Всего было рассчитано и изучено 7928 показателей.

Определение индекса сравнительной канцерогенной опасности (HRIc) проводили согласно Руководству 2.1.10.1920-04 по формуле:

$$HRIc = E \cdot Wc \cdot P / 10\,000,$$

где *HRIc* — индекс сравнительной канцерогенной опасности; *Wc* — весовой коэффициент канцерогенного эффекта; *P* — численность популяции; *E* — величина условной экспозиции (тонн/год) [18].

Весовой коэффициент канцерогенного эффекта (*Wc*) определили согласно группе канцерогенности вещества по классификации МАИР.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

При анализе данных и расчете индекса сравнительной канцерогенной опасности веществ, выбрасываемых в атмосферу различными предприятиями исследуемого региона, были определены 10 приоритетных загрязнителей (табл. 1). Основным источником выброса данных загрязнителей служили предприятия по добыче и переработке нефти.

Как видно из таблицы 1, вещество с самым большим количеством выбросов — сажа, с количеством выбросов 389,915 тонн/год, согласно классификации МАИР являющееся канцерогеном 1 группы. Сажа — доминирующий выброс в атмосферу на данной территории и выбрасывается в атмосферу в 7 предприятиях, занимающихся нефтяной промышленностью. На данных предприятиях количество выбросов сажи находится в пределах от 62,558 до 389,915 тонн/год.

Обращает на себя внимание количество выбросов бензола, который также является канцерогеном 1 группы. В изучаемый период наблюдения количество выбросов данного вещества составило 13,04 тонн/год, а в отчетном году 40,933 тонн/год, то есть за 1 год количество выбросов увеличилось практически в 4 раза. По данным некоторых исследований, бензол, толуол и хром вносят наибольший вклад в канцерогенный риск в промышленных городах [1, 6].

В отчетном году (по сравнению с предыдущим периодом наблюдения) также были

Таблица 1

Приоритетные загрязнители атмосферного воздуха

Table 1

Priority air pollutants

Вещество / Substance	Группа канцерогенности по МАИР / Carcinogenicity group according to IARC	Выброс за изученный период наблюдения (тонн/год) / Emission over the studied observation period (tonnes/year)
Сажа / Soot	1	389,915
Толуол / Toluene	2В	40,933
Бензол / Benzene	1	22,262
Диэтаноламин / Diethanolamine	2В	0,191
Бензин / Petrol	2В	7,527
N-Метиланилин / N-methylaniline	2А	0,19
Трихлорметан (Хлороформ) / Trichloromethane (Chloroform)	2В	0,7
Тетрахлорэтилен; Перхлорэтилен / Tetrachlorethylene; Perchlorethylene	2А	6,273
Формальдегид / Formaldehyde	2А	0,465
Бенз[а]пирен (3,4-Бензпирен) / Benz[a]pyrene (3,4-Benzpyrene)	1	0,002

зарегистрированы выбросы бензапирена — 0,002 и 0, соответственно. Бензапирен относится к 1-му классу опасности и рассматривается как индикатор загрязнения углеводородами [9]. Данное вещество способно проникать в организм различными путями: перкутанно, ингаляционно, перорально и т.д. При этом, кроме канцерогенного, способно оказывать мутагенное, эмбриотоксическое и гемотоксическое воздействия [9, 16].

Аналогичную динамику за предыдущий и отчетный год имеет метиланилин — 0 и 0,19 тонн/год соответственно. Особенностью данного вещества является его способность образовывать в организме метгемоглобин, при этом эффект может проявиться с задержкой.

Надо отметить, что химические вещества, выбрасываемые различными предприятиями в атмосферу, способны оказывать не только прямое, но и опосредованное воздействие за счет их накопления в факторах окружающей среды — почва, вода и т.д. [5, 23].

Согласно данным по количеству выбросов веществ, был рассчитан индекс сравнительной канцерогенной опасности для каждого вещества за отчетный и предыдущий год (табл. 2).

Исходя из полученных расчетов, видно, что канцерогенный риск анализируемых веществ име-

ет тенденцию к увеличению. Из представленных химических веществ лишь канцерогенный риск бензина и сажи снизился по сравнению с предыдущим годом. Особо обращает на себя внимание резкое повышение канцерогенного риска таких веществ, как бензол, метиланилин и бензапирен.

Надо отметить, что суммарный риск канцерогенных веществ определяется наиболее опасным веществом, тогда как неканцерогенный риск определяется комплексом выбрасываемых в атмосферу веществ [2, 17].

В таблице 3 представлены критические органы и системы, на которые оказывает воздействие каждое вещество.

Как видно из таблицы 3, перечень органов и систем, на которые оказывается воздействие, различны. При этом преобладающими системами являются сердечно-сосудистая, дыхательная и нервная.

При анализе общей заболеваемости и распространенности злокачественных новообразований (ЗНО) выявлено, что на анализируемой территории также наблюдается тенденция к увеличению показателей. На период с 2010 по 2017 гг. ЗНО выросли от 270,6 случаев на 100 000 населения до 370,6. Общая заболеваемость с 2010 по 2014 гг. имела тенденцию к снижению, однако в последующие годы данный показатель также

Таблица 2

Расчетные показатели индекса сравнительной канцерогенной опасности за отчетный и предыдущий год

Table 2

Calculated indicators of the index of comparative carcinogenic hazard for the reporting and the previous year

Вещество/ Substance	Индекс сравнительной КАНЦЕРОГЕННОЙ опасности HRIC за предыдущий период наблюдения / Comparative CARCINOGENIC hazard index HRIC for the previous observation period	Индекс сравнительной КАНЦЕРОГЕННОЙ опасности HRIC за отчетный год / Comparative index CARCINOGENIC hazards HRIC for reporting year
Сажа / Soot	814 407,5	801 634,0
Толуол / Toluene	82 913,2	84 155,0
Бензол / Benzene	26 809,2	45 768,9
Диэтаноламин / Diethanolamine	39 062,5	39 268,1
Бензин / Petrol	23 182,6	15 474,9
N-Метиланилин / N-methylaniline	0,0	3906,2
Трихлорметан (Хлороформ) / Trichloromethane (Chloroform)	1439,1	13 485,7
Тетрахлорэтилен; перхлорэтилен/ Tetrachlorethylene; Perchlorethylene	1289,7	1499,3
Формальдегид / Formaldehyde	956,0	958,5
Бенз[а]пирен (3,4-Бензпирен) / Benz[a]pyrene (3,4-Benzpyrene)	0,0	411,2

Таблица 3

Перечень критических органов и систем

Table 3

List of critical organs and systems

Вещество / Substance	Критические органы и системы / Critical organs and systems
Сажа / Soot	Органы дыхания; системное, зубы / Respiratory system; systemic, teeth
Толуол / Toluene	ЦНС, развитие, органы дыхания / CNS, development, respiratory organs
Бензол / Benzene	Развитие, кровь, красный костный мозг, ЦНС, иммунная, сердечно-сосудистая, репродуктивная системы / Development, blood, red bone marrow, CNS, immune, cardiovascular, reproductive systems
Диэтаноламин / Diethanolamine	Сердечно-сосудистая, нервная системы / Cardiovascular, nervous systems
Бензин / Petrol	Глаза, органы дыхания, печень, почки, ЦНС / Eyes, respiratory organs, liver, kidneys, central nervous system
N-Метиланилин / N-methylaniline	Кровеносная система, глаза / Circulatory system, eyes
Трихлорметан (Хлороформ) / Trichloromethane (Chloroform)	Печень, развитие, почки, ЦНС / Liver, development, kidneys, CNS
Тетрахлорэтилен; перхлорэтилен / Tetrachlorethylene; Perchlorethylene	Развитие, ЦНС, почки, печень / development, CNS, kidneys, liver
Формальдегид / Formaldehyde	Органы дыхания, глаза, иммунная система / Respiratory organs, eyes, immune system
Бенз[а]пирен (3,4-Бензпирен) / Benz[a]pyrene (3,4-Benzpyrene)	Рак, иммунная система, развитие / Cancer, immune system, development

увеличивается — в 2014 г. составил 1136,1 случаев, а в 2017 г. — 1157,6 случаев на 100 000 населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Таким образом, результаты полученных данных оценки сравнительной канцерогенной опасности веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух в условиях промышленного города, специализирующегося на нефтяной промышленности, подтверждают, что население данной территории подвергается большому риску развития злокачественных новообразований. Данное утверждение подтверждается также показателями общей заболеваемости и распространенности ЗНО.

Общезвестно, что большое значение в предупреждении развития ЗНО играет первичная профилактика, которая направлена на исключение влияния негативных факторов окружающей среды, прежде всего это касается загрязнителей атмосферного воздуха.

С целью снижения загрязнения атмосферы, в первую очередь, необходимо принимать меры по отношению к источникам загрязнения. В нашем случае приоритетными источниками загрязнения атмосферы являются предприятия нефтяной промышленности.

На наш взгляд, необходимо внедрение технологических мероприятий по снижению вы-

бросов в атмосферу. К таким мерам относится усовершенствование оборудования, улучшение качества вентиляционных систем и своевременная замена устаревшего оборудования. Относительно химических веществ, применяемых в производстве, необходимо рассмотреть возможность использования более безопасных веществ, не обладающих канцерогенными рисками.

По отношению к источнику загрязнения необходима также более детальная оценка каждого загрязнителя с оценкой вклада каждого из них в структуру заболеваемости населения, что позволит разработать комплекс управленческих решений относительно снижения канцерогенных и неканцерогенных рисков.

Принимая во внимание значительное загрязнение воздуха канцерогенными веществами, необходимо проведение диспансерного наблюдения населения данной территории с углубленным исследованием критических органов и систем, а также с анализом онкомаркеров для раннего выявления ЗНО.

Большую роль в раннем выявлении онкологических заболеваний в условиях диспансерного наблюдения играет также онкологическая настороженность врачей. С этой целью необходима разработка программ по усовершенствованию знаний и навыков врачей.

Комплексный подход к решению данного вопроса способен решить проблему канцерогенного

риска загрязнителей атмосферного воздуха. Существует множество открытых вопросов, которые требуют ответов. В этой связи дальнейшее изучение данной темы является актуальным направлением профилактической медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анохина Т.В., Борисова Т.В., Угланов Н.А. Характеристика канцерогенного риска населения города Саратова, обусловленного атмосферными загрязнениями. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2012; 3: 94–4.
2. Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. Оценка воздействия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на эколого-гигиеническое состояние объектов окружающей среды и здоровье населения (обзор литературы). *Медицина труда и экология человека*. 2018; 4: 12–26.
3. 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): 243–52.
4. Боев В.М., Тулина Л.М., Неплохов А.А. и др. Анализ канцерогенного риска при воздействии факторов окружающей среды на здоровье населения крупных городов Оренбургской области. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; 3: 100–4.
5. Валеуллина Н.Н., Уральшин А.Г., Брылина Н.А. и др. Обоснование направлений минимизации многофакторного канцерогенного риска в г. Челябинске. *Анализ риска здоровью*. 2014; 3: 34–43.
6. Давыдов М.И., Ганцев Ш.Х., Вельшер Л.З. и др. *Онкология*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2010.
7. Ермакова А.С., Рябкова Н.Н., Муравьева О.А. и др. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения крупного промышленного города. *Здоровье и образование в XXI веке*. 2012; 1: 20–2.
8. Ефимова Н.В., Ханхареев С.С., Моторов В.Р., Мадеева Е.В. Оценка канцерогенного риска для населения города Улан-Уде. *Гигиена и санитария*. 2019; 1(98): 90–3.
9. Ефимова Н.В., Рукавишников В.С., Панков В.А. и др. Оценка канцерогенного риска для работников предприятий Иркутской области. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(12): 1163–7.
10. Ефремова Н.П., Валеуллина Н.Н., Соколова В.Д. Проблема злокачественных новообразований в условиях промышленного региона. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2014; 1:18.
11. Звягинцева О.Ю., Звягинцев В.В. Оценка канцерогенного риска здоровью населения г. Чита от воздействия аэротоксикантов. XXI век. Техносферная безопасность. 2018; 4: 67–74.
12. Костылева Л.Н. Оценка канцерогенного риска на примере крупного промышленного города. *Наука и здоровье*. 2020; 1: 8–11.
13. Кряжев Д.А., Кожевникова В.В., Кочергин А.В., Зеленина Л.В. Анализ канцерогенного риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемость злокачественными новообразованиями. *Альманах молодой науки*. 2015; 4: 3–6.
14. Медик В.А., Юрьев В.К. Курс лекций по общественному здоровью и здравоохранению. Часть 1. М.: Медицина; 2003.
15. Медик В.А., Юрьев В.К. Курс лекций по общественному здоровью и здравоохранению. Часть 2. М.: Медицина; 2003.
16. Панков В.А., Ефимов Н.В., Кулешова М.В., Моторова В.Р. Канцерогенный риск для работников производства летательных аппаратов. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(2): 122–6.
17. Рахматуллин Н.Р., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Бактыбаева З.Б. Канцерогенные риски здоровью населения при загрязнении атмосферного воздуха в регионе с развитой нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленностью. *Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки»*. 2018; 9(25): 182–7.
18. Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России; 2004.
19. Ситдикова И.Д., Вазиев И.К., Алиева Г.Ш. и др. Оценка факторов промышленной экологии с позиций медицинской безопасности. *Практическая медицина*. 2014; 4-1(80): 110–2.
20. Ситдикова И.Д., Галеев К.А., Иванова М.К. и др. Опыт оценки канцерогенной и мутагенной опасности территорий нефтяного техногенеза. *Практическая медицина*. 2012; 2: 161–3.
21. Ситдикова И.Д., Иванова М.К., Мешков А.В. Гигиеническая оценка и управление факторами риска канцерогенной и мутагенной опасности в условиях современного техногенеза. *Здоровье населения и среда обитания*. 2013; 4(241): 11–2.
22. Судакова Е.В. Многофакторный канцерогенный риск здоровью населения города Москвы. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; 6: 13–6.
23. Тимофеева С.С., Иванова С.В., Рябчикова И.А. Оценка канцерогенных рисков для населения в зоне выбросов алюминиевого производства. *Экология и промышленность России*. 2017; 5: 38–43.
24. Юрин М.Е., Умаров М.Ф. Оценка канцерогенного риска для популяции в условиях техногенно измененной среды обитания города Череповца. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(12): 83–89.

REFERENCES

1. Anokhina T.V., Borisova T.V., Uglanov N.A. Characteristics of the carcinogenic risk of the population of the city of Saratov, determined by atmospheric pollution and incidence of malignant neoplasms. *Almanac of young science*. 2015; 4: 3–6.

- tion of the city of Saratov, caused by atmospheric pollution]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2012; 3: 94–4. (in Russian).
2. Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R. Otsenka vozdeystviya neftepererabatyvayushchey i neftekhimicheskoy promyshlennosti na ekologo-gigienicheskoe sostoyanie ob'ektov okruzhayushchey sredy i zdorov'ye naseleniya (obzor literatury). [Assessment of the impact of the oil refining and petrochemical industries on the ecological and hygienic state of the environment and public health (literature review)]. *Medsina truda i ekologiya cheloveka*. 2018; 4: 12–26. (in Russian).
 3. Belykh L.I., Bud'ko T.I. Benz(a)piren v atmosfere i ego kantserogennye riski dlya zdorov'ya naseleniya gorodov Yuzhnogo Priбайkal'ya. [Benz (a) pyrene in the atmosphere and its carcinogenic risks for the health of the population of the cities of the Southern Baikal region]. *XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'*. 2020; 5(3): 243–52. (in Russian).
 4. Boev V.M., Tulina L.M., Neplokhov A.A. i dr. Analiz kantserogenno riska pri vozdeystvii faktorov okruzhayushchey sredy na zdorov'ye naseleniya krupnykh gorodov Orenburgskoy oblasti [Analysis of carcinogenic risk under the influence of carcinogenic risk under the influence of environmental factors on the health of the population of large cities Orenburg region]. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya*. 2014; 3: 100–4. (in Russian).
 5. Valeullina N.N., Ural'shin A.G., Brylina N.A. i dr. Obosnovanie napravleniy minimizatsii mnogosredovogo kantserogenno riska v g. Chelyabinske. [Substantiation of directions for minimization of multi-media carcinogenic risk in Chelyabinsk]. *Analiz riska zdorov'yu*. 2014; 3: 34–43. (in Russian).
 6. Davydov M.I., Gantsev Sh.Kh., Vel'sher L.Z. i dr. *Onkologiya. [Oncology]*. Moskva: GEOTAR-Media Publ.; 2010. (in Russian).
 7. Ermakova A.S., Ryabkova N.N., Murav'eva O.A. i dr. Otsenka kantserogenno riska dlya zdorov'ya naseleniya krupnogo promyshlennogo goroda. [Assessment of the carcinogenic risk to the health of the population of a large industrial city]. *Zdorov'ye i obrazovanie v XXI veke*. 2012; 1: 20–2. (in Russian).
 8. Efimova N.V., Khankhareev S.S., Motorov V.R., Madeeva E.V. Otsenka kantserogenno riska dlya naseleniya goroda Ulan-Ude. [Assessment of the carcinogenic risk for the population of the city of Ulan-Ude]. *Gigiena i sanitariya*. 2019; 1(98): 90–3. (in Russian).
 9. Efimova N.V., Rukavishnikov V.S., Pankov V.A. i dr. Otsenka kantserogenno riska dlya rabotnikov predpriyatii Irkutskoy oblasti. [Assessment of carcinogenic risk for employees of enterprises in the Irkutsk region]. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(12): 1163–7. (in Russian).
 10. Efremova N.P., Valeullina N.N., Sokolova V.D. Problema zlokachestvennykh novoobrazovaniy v usloviyakh promyshlennogo regiona. [The problem of malignant neoplasms in an industrial region]. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2014; 1: 18. (in Russian).
 11. Zvyagintseva O.Yu., Zvyagintsev V.V. Otsenka kantserogenno riska zdorov'yu naseleniya g. Chita ot vozdeystviya aerotoksikantov. [Assessment of the carcinogenic risk to the health of the population of Chita from exposure to aerotoxicants]. *XXI vek. tekhnosfernaya bezopasnost'*. 2018; 4: 67–74. (in Russian).
 12. Kostyleva L.N. Otsenka kantserogenno riska na primere krupnogo promyshlennogo goroda. [Carcinogenic risk assessment on the example of a large industrial city]. *Nauka i zdorov'ye*. 2020; 1: 8–11. (in Russian).
 13. Kryazhev D.A., Kozhevnikova V.V., Kochergin A.V., Zelenina L.V. Analiz kantserogenno riska zdorov'yu naseleniya ot zagryazneniya atmosfernogo vozdukhа i zaboлеваemost' zlokachestvennymi novoobrazovaniyami. [Analysis of the carcinogenic risk to public health from air pollution and the incidence of malignant neoplasms]. *Al'manakh molodoy nauki*. 2015; 4: 3–6. (in Russian).
 14. Medik V.A., Yur'ev V.K. Kurs lektsiy po obshchestvennomu zdorov'yu i zdavookhraneniyu. [A course of lectures on public health and healthcare]. Chast' 1. Moskva: Meditsina Publ.; 2003. (in Russian).
 15. Medik V.A., Yur'ev V.K. Kurs lektsiy po obshchestvennomu zdorov'yu i zdavookhraneniyu. [A course of lectures on public health and healthcare]. Chast' 2. Moskva: Meditsina Publ.; 2003. (in Russian).
 16. Pankov V.A., Efimov N.V., Kuleshova M.V., Motorova V.R. Kantsrogenno risk dlya rabotnikov proizvodstva letatel'nykh apparatov. [Carcinogenic risk to aircraft workers]. *Medsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(2): 122–6. (in Russian).
 17. Rakhmatullin N.R., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Baktybaeva Z.B. Kantserogennye riski zdorov'yu naseleniya pri zagryaznenii atmosfernogo vozdukhа v regione s razvitoй neftekhimicheskoy i neftepererabatyvayushchey promyshlennost'yu. [Carcinogenic risks to public health due to air pollution in a region with a developed petrochemical and oil refining industry]. *Nauchno-prakticheskii elektronnyy zhurnal "Alleya Nauki"*. 2018; 9(25): 182–7. (in Russian).
 18. Rukovodstvo po otsenke riska zdorov'yu naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu. [Guidelines for assessing the risk to public health when exposed to chemicals that pollute the environment]. Moskva: Federal'nyy tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii; 2004. (in Russian).
 19. Sitdikova I.D., Vaziev I.K., Alieva G.Sh. i dr. Otsenka faktorov promyshlennoy ekologii s pozitsiy meditsinskoy bezopasnosti. [Assessment of industrial ecology factors from the standpoint of medical safety]. *Prakticheskaya meditsina*. 2014; 4-1(80): 110–2. (in Russian).
 20. Sitdikova I.D., Galeev K.A., Ivanova M.K. i dr. Opyt otsenki kantserogennoy i mutagennoy opasnosti territoriy

- neftyanogo tekhnogeneza. [Experience in assessing the carcinogenic and mutagenic hazards of the territories of oil technogenesis]. *Prakticheskaya meditsina*. 2012; 2: 161–3. (in Russian).
21. Sitdikova I.D., Ivanova M.K., Meshkov A.V. Gigienicheskaya otsenka i upravlenie faktorami riska kantserogennoy i mutagennoy opasnosti v usloviyakh sovremenno-go tekhnogeneza. [Hygienic assessment and management of risk factors for carcinogenic and mutagenic hazards in the context of modern technogenesis]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2013; 4(241): 11–2. (in Russian).
22. Sudakova E.V. Mnogosredovoy kantserogennoy risk zdorov'yu naseleniya goroda Moskvy. [Multi-environment carcinogenic risk to the health of the population of the city of Moscow]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; 6: 13–6. (in Russian).
23. Timofeeva S.S., Ivanova S.V., Ryabchikova I.A. Otsenka kantserogennykh riskov dlya naseleniya v zone vybrosov alyuminievogo proizvodstva. [Assessment of carcinogenic risks for the population in the area of emissions of aluminum production]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2017; 5: 38–43. (in Russian).
24. Yurin M.E., Umarov M.F. Otsenka kantserogennoy riska dlya populyatsii v usloviyakh tekhnogenno izmenennoy sredy obitaniya goroda Cherepovtsa. [Assessment of the carcinogenic risk for the population in the conditions of the technogenically altered habitat of the city of Cherepovets]. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(12): 83–9. (in Russian).