

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

*На правах рукописи*

**Моторов Владимир Радимович**

**ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ**

**Диссертация  
на соискание ученой степени кандидата медицинских наук**

14.02.01- Гигиена

Научный руководитель  
д.м.н., профессор Ефимова Н.В.

Ангарск 2019

## Оглавление

	Стр.
Введение .....	4
Глава 1 Современные аспекты оценки канцерогенной опасности для населения (аналитический обзор) .....	13
Глава 2 Программа, объем и методы исследования.....	29
Глава 3 Гигиеническая оценка потенциального и реализованного канцерогенного риска для населения Республики Бурятия ..	38
3.1 Идентификация канцерогенной опасности для населения Республики Бурятия.....	38
3.2 Характеристика реализованного риска онкологической патологии у населения Республики Бурятия .....	44
3.3 Сравнительная оценка онкологической патологии среди населения г. Улан-Удэ и районов Республики Бурятия .....	50
Глава 4 Оценка канцерогенного риска для населения города Улан-Удэ .....	55
4.1 Оценка канцерогенной экспозиции в городе Улан-Удэ...	55
4.2 Оценка многосредового канцерогенного риска для населения г. Улан-Удэ .....	64
4.3 Оценка заболеваемости и смертности злокачественными новообразованиями населения г. Улан-Удэ .....	71
Глава 5 Оценка канцерогенного риска на локальном уровне .....	81
5.1 Оценка канцерогенного риска на крупных предприятиях по производству и ремонту транспортных средств .....	81
5.2 Оценка потерь здоровья, связанных с развитием злокачественных новообразований в группе с комплексным воздействием канцерогенов .....	91

5.3 Зависимость онкологической заболеваемости от некоторых факторов риска .....	99
Заключение .....	103
Практические рекомендации .....	115
Выводы .....	119
Перечень сокращений .....	123
Список использованной литературы .....	124
Список иллюстративного материала .....	144
Приложения	
<i>Приложение А. Акты внедрения .....</i>	150
<i>Приложение Б. Долевой вклад отдельных ингредиентов по основным предприятиям административных районов РБ....</i>	153
<i>Приложение В. Содержание ПАУ в пробах снегового покрова города Улан-Удэ .....</i>	157

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность проблемы**

Стратегические задачи сохранения здоровья нации, снижения уровня смертности, увеличения продолжительности жизни можно решить только при создании безопасных условий для всех и формирования мотивации для ведения здорового образа жизни у каждого индивидуума. Среди множества факторов, формирующих здоровье населения, основную роль играет качество среды обитания: условия труда и быта, состояние окружающей среды, питания, образ жизни, а также эффективность работы организаций лечебно-профилактической помощи [Онищенко Г. Г., 2015; Ракитский В.Н. с соавт., 2018].

Наиболее существенным фактором, влияющим на здоровье населения, является состояние атмосферного воздуха. В настоящее время регионы с интенсивным развитием различных отраслей промышленности испытывают значительные многофакторные антропогенные нагрузки, что приводит к ухудшению состояния окружающей среды и здоровья проживающего населения [Зайцева Н.В. с соавт., 2016]. Отмечается рост канцерогенных и мутагенных эффектов загрязнения окружающей среды в популяциях человека [Минина В.И., 2011]. Среди возможных последствий воздействия на человека химических загрязнений окружающей среды особое место занимают злокачественные новообразования. Принято считать, что среди внешних причин возникновения рака 70-80% относятся к химическим канцерогенам и 10% - к радиационным факторам [Мешков Н.А., 2016]. К настоящему времени выявлено множество химических загрязнителей, оказывающих влияние на формирование онкопатологии.

Вот уже несколько десятилетий наблюдается постоянный и неуклонный рост заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) как в мире, так и в России. Во «Всемирном докладе о раковых заболеваниях» 2014 года отмечалось, что онкологические заболевания являются одной из основных причин заболеваемости и смертности во всем

мире - в 2012 году произошло около 14 миллионов новых случаев заболевания и 8,2 миллиона случаев смерти, связанных с раком. Среди всех причин смерти и бремени болезней онкологическая патология занимает одно из лидирующих мест [Naghavi M., 2017]. Заболеваемость ЗНО является признанным объективным маркером канцерогенного влияния окружающей (в том числе производственной) среды на человека [Информационный бюллетень ВОЗ, 2011; Мешков Н.А., 2014].

Методология оценки риска является важнейшим инструментом для характеристики влияния факторов среды обитания на здоровье населения при осуществлении санитарно-эпидемиологического надзора и принятии управленческих решений [Nielsen E., 2008; WHO Chemical Risk, 2013; Новиков С.М. с соавт., 2016; Попова А.Ю. с соавт., 2017]. Оценка риска лежит в основе деятельности практически всех международных организаций, в том числе: программы ООН по окружающей среде (UNEP), Международной организации труда (ILO), Всемирной организации здравоохранения (WHO) и др. [Рахманин Ю.А. с соавт., 2015].

Предотвращение ущерба, наносимого обществу ростом онкологической заболеваемости, является одной из актуальнейших проблем современности, которую можно рассматривать как глобальную угрозу. Значимость её особенно велика в условиях нарастания техногенного прессинга на организм человека, как в бытовых, так и в производственных условиях. С продолжающимся ростом ЗНО увеличивается социальная значимость данной патологии, которая определяется: длительной утратой трудоспособности, ростом потери общего и трудоспособного населения, расходами на оказание медицинской и медико-социальной помощи онкологическим больным и т.п. Указанное 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 [Boosting innovation, 2013; Замятин А.В., 2017].

### **Разработанность проблемы**

Злокачественные новообразования являются второй по частоте и социальной значимости после сердечно-сосудистых заболеваний причиной смертности населения, формирующей отрицательный демографический баланс [Global battle., 2014]. В настоящее время во всем мире общепризнано, что приоритетное значение в противораковой борьбе имеют вопросы профилактики. Ведущую роль в снижении онкологической заболеваемости играет первичная профилактика рака, мероприятия которой направлены на предупреждение возникновения злокачественных новообразований путем устранения, нейтрализации неблагоприятных факторов среды обитания человека и повышение неспецифической резистентности организма.

В исследованиях ряда авторов, в том числе: Мун С.А. с соавт (2009); Мешкова Н.А (2014); Горяева Д.В. с соавт (2015); Ефимовой Н.В. с соавт. (2016) убедительно показано, что размещение и развитие крупных производственных агломераций на территориях со сниженным потенциалом самоочищения и рассеивания примесей в атмосфере, в первую очередь в Сибири и на Севере РФ, привели к опасному канцерогенному загрязнению воздушного бассейна. Авторы отмечают, что объективная оценка потенциального канцерогенного риска затруднена, так как из общей массы выбросов идентифицировано лишь немногим более 50% примесей. В течение нескольких десятилетий ведется наблюдение за динамикой онкологической заболеваемости и смертности, как в целом по РФ [Заридзе, Д.Г., 2001; Трапезников Н.Н., Аксель Е.М., 2001; Злокачественные новообразования в России, 2017], так и в отдельных регионах [Чойнзонов Е.Л. с соавт., 2004; Писарева Л.Ф. с соавт., 2015; Ларин С.А., 2015; Кикучи П.Ф. с соавт., 2017; Мореева с соавт., 2018].

В соответствии со статистическими данными уровень заболеваемости и смертности от ЗНО в Республике Бурятия один из самых низких в стране,

однако, с 1987 по 2011 г. выявлен высокий рост онкопатологии, что связывали с неблагоприятной экологической средой [Чимитдоржиева Т.Н., 2013]. По данным Бурятского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (БЦГМЦ) наиболее напряженная ситуация по уровню загрязнения атмосферного воздуха складывалась в г. Улан-Удэ [Болошинов А.Б. с соавт., 2007]. В 2014 году уровень загрязнения атмосферы оценивался как очень высокий, в связи с чем г. Улан-Удэ был включен в приоритетный список городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха [Ханхареев С.С. с соавт., 2013].

К числу ведущих причин возникновения ЗНО относят не только генетические факторы [Yang H.P. et al., 2010; Ito K. et al., 2016; Backofen, R., 2017], воздействие химических канцерогенов, поступающих ингаляционным и алиментарным путями [Информационный бюллетень, 2011; Franken C. et al., 2017; Elliott E.G. et al., 2017], но и условия труда [Гурвич В.Б. с соавт., 2013; Серебряков П.Ф., 2015; Martin-Moreno J. M. et al., 2013; Partovi E et al., 2018]. Ограниченность программ производственного мониторинга за веществами, обладающими бластомогенным эффектом, отмечали в своих работах отечественные [Ефимова Н.В., 2016; Гурвич В.Б. с соавт., 2015] и зарубежные исследователи [Pesatori A.C et al., 2013; Genovese G. et al., 2015]. Важной проблемой остается обоснование подходов к экспертизе связи ЗНО с воздействием производственных факторов [Серебряков П.В. 2015; Попова А.Ю. с соавт., 2017].

Несмотря на большое количество работ, остаются недостаточно изученными следующие проблемы: методические подходы к оценке канцерогенного риска для различных групп населения, в т.ч. работающих, подверженных двойному прессингу; выявление связи уровней химического ингаляционного воздействия и онкопатологии; влияние региональных особенностей на формирование канцерогенного риска.

Исследования выполнены в рамках НИР «Выявление риска отдаленных экологически и социально обусловленных нарушений здоровья населения в

зонах накопленной техногенной нагрузки (на примере территории Восточной Сибири)» № гос. регистрации АААА-А17-117021750013-2.

### **Цель исследования**

Выявить роль химического воздействия в формировании потенциального и реализованного канцерогенного риска для различных групп населения Республики Бурятия и обосновать мероприятия, направленные на снижение канцерогенного риска.

### **Задачи исследования**

1. Идентифицировать канцерогенную опасность и оценить реализованные риски онкопатологии (по показателям заболеваемости и смертности) для населения Республики Бурятия и выявить территории риска.

2. Провести анализ многосредового риска, обусловленного воздействием химических канцерогенов, для населения, проживающего на территории риска (г. Улан-Удэ).

3. Выявить особенности формирования канцерогенного риска у работников канцерогеноопасных предприятий г. Улан-Удэ.

4. Разработать рекомендации, направленные на минимизацию канцерогенного риска среди различных групп населения.

### **Научная новизна**

Получены новые данные об уровнях и многолетней динамике заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Республики Бурятия. Выявлены районы, показатели заболеваемости населения ЗНО которых превышают средний уровень (северные и северо-восточные территории РБ). Выявлен рост суммарной онкологической заболеваемости в 1,5 раза; органов кроветворения и мочеполовой системы - в 2,8 раза; эндокринной системы - в 2 раза.

Впервые показана информационная ценность изучения проб снегового покрова для оценки риска здоровью населения на этапах идентификации опасности, выборе «зон риска» для углубленного исследования. Выявлены

ассоциации накопления канцерогенов - ПАУ в зонах, экспонированных выбросами передвижных и стационарных источников.

Установлено, что суммарный канцерогенный риск для населения г. Улан-Удэ, оценивается как неприемлемый. Долевой вклад в  $\Sigma$ ICR химических примесей, содержащихся в атмосферном воздухе, составляет 67,1%, питьевой воде – 14,1%, продуктах питания – 17,7%.

Оценки потенциального риска, связанного с содержанием канцерогенов в воздухе рабочих мест работников, занятых в процессах производства и ремонта транспортных средств, свидетельствуют о высокой вероятности развития бластомогенных эффектов у лиц основных и вспомогательных профессий даже при стаже менее 5-10 лет.

Определена значимость факторов риска различной природы для развития онкологических заболеваний среди населения г. Улан-Удэ: табакокурение > производственные канцерогены > отягощенная наследственность > вирусный гепатит В > сахарный диабет > проживание на территории с повышенным ICRi.

### **Практическая значимость**

Практическая значимость работы заключается во внедрении основных результатов в деятельность Управления Роспотребнадзора по Республике Бурятия (акт внедрения от 24.10.2019 г.). Для оптимизации программы ведения социально-гигиенического мониторинга использованы: выявленные территории риска в г. Улан-Удэ, наиболее подверженные загрязнению атмосферного воздуха по уровню канцерогенного риска для здоровья населения. Были рассчитаны фоновые показатели онкологической заболеваемости для населения Республики Бурятия, используемые в работе ГБУЗ «Бурятский республиканский клинический онкологический диспансер» (акт внедрения от 17.09.2019г.). Предложенные рекомендации по оценке снижения канцерогенного риска и ущерба здоровью отдельных групп населения от ингаляционного канцерогенного воздействия послужат для: разработки и принятия оптимальных управленческих решений в области

охраны воздушной среды и здоровья населения; внедрения системы информирования об уровнях канцерогенного риска различных групп населения, органов государственного и муниципального управления и иных организаций; проведения экспертизы проектов санитарно-защитных зон предприятий и проектов, нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Создана информационная база «Персентиль-профиль онкологической заболеваемости и смертности населения Республики Бурятия» (Свидетельство №2018620793 от 01 июня 2018 года государственной регистрации в базе данных Федеральной службы интеллектуальной собственности). Результаты исследований онкологической заболеваемости представлены в государственном докладе Управления Роспотребнадзора «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Бурятия в 2016 году». Материалы диссертационной работы используются в ходе учебного процесса при подготовке студентов по специальности «медико-профилактическое дело» ФБГОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет (акт внедрения от 05.09.2019 г.).

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. На территориях Республики Бурятия на фоне низких уровней заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований сформированы зоны риска, обусловленные размещением канцерогеноопасных предприятий, на которых в ходе многолетней динамики наблюдается интенсивный рост показателей потерь здоровья.

2. Многосредовой канцерогенный риск города Улан-Удэ является приемлемым для профессиональных групп и неприемлемым для населения в целом. Долевой вклад в суммарный многосредовой канцерогенный риск веществ, поступающих ингаляционным путем, составил 67,1%, алиментарным - 32,9%.

3. Химическое воздействие в канцерогеноопасных производствах обеспечивает достижение верхней границы (приемлемого) канцерогенного риска для профессиональных групп в течение 3-10 лет на рабочих местах

профессий маляра, пропитчика, электросварщика, формовщика, гальваника. Среди работников канцерогеноопасных предприятий реализованные риски заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в 5-10 раз выше, чем для населения.

По материалам исследований опубликовано 14 работ, в том числе 6 в журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных работ и входящих в международные базы цитирования.

Исследования выполнены в рамках НИР «Выявление риска отдаленных экологически и социально обусловленных нарушений здоровья населения в зонах накопленной техногенной нагрузки (на примере территории Восточной Сибири)» № гос. регистрации АААА-А17-117021750013-2.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Достоверность результатов выполненной работы определяется достаточным количеством гигиенических исследований, полученных за длительный период наблюдения, использованием современных методов измерений и оценки, обработки и анализа полученной информации, адекватной статистической обработкой данных.

Результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на конференциях: II Всероссийская конференция с международным участием «Здоровье и качество жизни» (Иркутск, 2016); Международный Форум Научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды «Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека» (Москва, 2016); XII Всероссийская конференция молодых ученых-онкологов, посвященной памяти академика РАМН Н.В. Васильева «Актуальные вопросы фундаментальной и клинической онкологии» (Томск, 2017); Всероссийский конкурс молодых ученых «Гигиеническая наука – путь к здоровью нации» (Москва, 2018); VI Всероссийский симпозиум с международным участием «Опасность, оценка и управление канцерогенными рисками» (Екатеринбург, 2018); Всероссийская конференция с

международным участием «Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей» (Пермь, 2019); III международный научно-практический форум «Здоровье и безопасность на рабочем месте» (Республика Беларусь, Минск, 2019).

#### **Личный вклад соискателя**

С участием соискателя проведен поиск и анализ литературы по теме исследования, сбор многолетних показателей заболеваемости и смертности от населения, данных о содержании канцерогенов в объектах среды обитания. Автором лично выполнена обработка данных и расчет показателей потенциального и реализованного канцерогенного риска для населения и работников канцерогеноопасных профессий, подготовлены практические рекомендации, сформулированы выводы. Доля участия автора в сборе, обработке и анализе материалов составляет – 85%, в обобщении результатов 90%.

#### **Структура и объем диссертации**

Диссертация представлена на 158 страницах машинописного текста. Работа иллюстрирована 29 таблицами и 21 рисунком. Состоит из введения, обзора литературы, главы по описанию объектов, методов и объёма исследований, трёх глав с изложением результатов собственных исследований, заключения, практических рекомендаций и выводов, списка литературы, содержащего 180 источников, включая 95 отечественных и 85 иностранных, списков иллюстративных материалов и сокращений, приложений, включающих документы, подтверждающие практическую значимость работы, и 2 таблиц, дополняющих материалы исследований.

## **Глава 1. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)**

### ***Эпидемиология злокачественных новообразований***

Онкологические заболевания являются одной из ведущих причин медицинских потерь во всем мире, Так, во Всемирном докладе о раковых заболеваниях указано, что в 2012 году зарегистрировано около 14 миллионов новых случаев заболевания и 8.2 миллиона случаев смерти, связанных с раком [Всемирный доклад, 2014]. Среди всех причин смерти онкологическая патология занимает одно из лидирующих мест. По данным ВОЗ, 19 % всех случаев ЗНО в мире обусловлены факторами среды обитания, включая производственную, что ежегодно оценивается в 1,3 млн. случаев смерти [Раковые заболевания..., 2011]. Вот уже несколько десятилетий наблюдается постоянный и неуклонный рост заболеваемости ЗНО как в мире, так и в России. По данным Международного агентства по изучению рака, в мире прогнозируется к 2030 г. увеличение числа впервые выявленных случаев ЗНО до 27 млн. и 17 млн. смертей от указанной причины ежегодно. В РФ заболеваемость ЗНО также остается одной из самых злободневных проблем. [Всемирный доклад, 2014; Global battle..., 2018; Унгурияну Т.Н., 2011; Бойцов С.А. и др, 2013]. С каждым годом в Российской Федерации (РФ) растет число случаев впервые выявленных ЗНО - так в период с 2003 по 2013г. показатель вырос с 455375 до 535887 случаев в год. [Злокачественные новообразования..., 2017]. Причинами роста количества онкологических больных являются следующие. Прежде всего, демографическое старение, когда увеличивается доля возрастных групп, у которые в чаще возникают ЗНО. Во-вторых, загрязнение окружающей среды, в том числе продуктов питания, влияние негативных факторов образа жизни и др. Рост общего уровня заболеваемости ЗНО, длительная утрата трудоспособности, высокая инвалидизация среди больных ЗНО, огромный экономический ущерб обществу и пациенту из-за высокой стоимостью лечения, профилактических

и реабилитационных мероприятий, определяют социальную значимость данной патологии [Global battle, 2014; Горяев Д. В с соавт., 2015].

Ретроспективный анализ показателей заболеваемости населения в различных регионах выявил тенденцию роста злокачественных новообразований как в сельской, так и в городской местности [Валеева Э.Р. с соавт., 2015; Одинцова И.Н. соавт., 2015; Мустафина Г.Т., 2015; Nostedt M.C. et al., 2014; Boukovalas S. и Sariego J., 2015; Radespiel-Tröger M. et al., 2018]. Проведенные различными коллективами авторов США исследования позволили выявить некоторые особенности: в сельской местности риск развития рака молочной железы на поздней стадии у больных раком молочной железы (на уровне 95% ДИ, 1,12-1,27) выше, чем у городских жителей [Nguyen-Pham S. et al., 2014], по сравнению с городским населением сельское население подвержено большему риску развития рака гортани (95% [ДИ]: 2,7-2,8), но начальная стадия и выживаемость после постановки диагноза сопоставимы [Zuniga S.A. и Lango M.N., 2018], заболеваемость ЗНО мочевыводящих путей выше в городских округах, тогда как смертность, напротив, выше в сельских округах [Sadowski D.J., et al., 2016].

В исследованиях по статистическим данным Сибирского и Дальневосточного федеральных округов показано, что заболеваемость ЗНО населения урбанизированных территорий выше, чем сельских, и, что весьма важно, уровень ее повышается: так с 1993 по 2012 г. число ежегодно выявляемых случаев ЗНО выросло в 1,4 раза [Чойнзонов Е.Л с соавт., 2004; Писарева Л.Ф. с соавт., 2015]. Рост по возрастных и стандартизованных показателей заболеваемости свидетельствует о том, изучаемое явление обусловлено не только постарением населения региона [Писарева Л.Ф. с соавт., 2015]. Кроме того, установлено, что в период 1998 - 2012 годов заболеваемость в административных центрах была выше, чем в среднем по СФО (263,1±0,4, против 238,7±0,2 случая на 100 тыс. населения).

В немногочисленных исследованиях, выполненных по статистическим материалам лечебных учреждений Республики Бурятия, выявлен выраженный рост частоты онкопатологии (1987-2011гг.), что объясняют влиянием экологических факторов [Чимитдоржиева Т.Н., 2013]. По данным Б. А. Коробицына, недополученный валовый региональный продукт в связи с потерей лет потенциальной жизни в трудоспособном возрасте (на 1,76 года для мужчин и 1,90 года для женщин) в результате онкологических заболеваний составит 0,82% (1112 млн. руб.) [Коробицын Б.А. и соавт., 2013]. Писарева Л.Ф. с соавторами (2015) свидетельствует, что показатель в городе Улан-Удэ можно отнести к одному из самых благополучных (в 1998-2002 году -  $240,4 \pm 3,5$  и в 2008-2012 годах -  $245,6 \pm 3,5$  случаев на 100 тыс.).

Так как до 15% случаев рака объясняют генетической предрасположенностью, представляется интересным обратить внимание на частоту ЗНО в этнически близкой бурятам популяции – населения Республики Монголия. Стандартизованный по возрасту уровень заболеваемости раком молочной железы в Монголии один из самых низких в мире составил в 2008 году 8,0 на 100 000 женского населения, в соседних с Монголией странах показатель значительно выше: в Китае - 21,6, Казахстане - 35,5 и РФ - 43,2 случая на 100 тыс. женского населения. Самый высокий уровень в Северной Америке (76,7 / 100 000) и Европе (66,6 / 100 000) [Troisi R. et al., 2012]. Отношение заболеваемости к смертности от рака молочной железы в Монголии (2,4) является низким по сравнению с западом; однако, это было похоже на соотношение для Юго-Восточной Азии (2,3) и Южной Центральной Азии (2,0), хотя и ниже, чем для Восточной Азии (4,0). Это позволяет предположить, что более низкий уровень заболеваемости раком молочной железы в Монголии не связан с недооценкой случаев.

Сравнительная оценка заболеваемости других локализаций ЗНО, показала, что уровень заболеваемости раком желудка в Монголии был таким же высоким или выше, чем в соседних странах, тогда как уровень заболеваемости ЗНО печени был намного выше, вероятно, из-за высокой

распространенности гепатита С и цирроза в Монголии [Baatarkhuu O. et al., 2008]. Заболеваемость раком легкого в Монголии не имела различий с уровнем данного показателя в других странах [Troisi R. et al., 2012]. Авторы полагают, что диета, а именно потребление жиров, является одним из наиболее часто предполагаемых факторов риска, объясняющих различия в уровне заболеваемости раком между азиатскими и западными странами. Существуют значительные различия в рационе питания в азиатских странах. Энергетическая ценность рациона жителей Монголии почти полностью обеспечивается мясом и молочными продуктами, тогда как зерновые и растительные продукты являются основными для населения Китая и других стран Южной и Юго-Восточной Азии, хлеб и картофель – для РФ [Kearney J., 2010; Турчинов Д.В. с соавт., 2015; Гармаева И.Ю. с соавт., 2018; Erdenebileg Z. et al., 2018].

### ***Канцерогенный риск***

Среди многих факторов, влияющих на здоровье населения, кроме социально-экономических, большую роль играет состояние окружающей среды, характер питания, социально-гигиенические условия труда, быта, воспитания, образ жизни. При этом среди причин, оказывающих негативное влияние на здоровье населения, до 30% приходится на воздействие факторов окружающей среды [Онищенко Г.Г., 2015]. По мнению экспертов Международного Агентства Изучения Рака (МАИР), доминирующую роль (до 75-80%) в возникновении злокачественных новообразований (ЗН) играют факторы окружающей среды [Wogan G.N., 2004]. Загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами вызывает 41% заболеваний органов дыхания и более 13% онкологических заболеваний у трудоспособного населения [Заридзе Д.Г. с соавт., 2016]. Поэтому качество жизни человека и уровень его здоровья являются основными критериями экологического благополучия населенных мест. Большое значение в ряде работ придается социально-экономическому статусу, как фактору риска онкопатологии

[Гурвич В.Б. с соавт., 2013; Behrens T. et al., 2016; Novanec J. et al., 2018]. Влияние данного фактора может осуществляться посредством множественных взаимодействующих элементов: материальных и социальных ресурсов, физических и психосоциальных стрессоров и связанного со здоровьем поведения. Кроме того социально-экономический статус сильно ассоциируется с курением и злоупотреблением алкоголем, ведущими причинами злокачественных новообразований респираторного и желудочно-кишечного трактов [Nkosi T.M. et al., 2012; Sitarz R., et al., 2018]. Более 70% случаев смерти от рака легкого обусловлены комбинацией эффектов табакокурения и загрязнения атмосферного воздуха [Weiderpass E., 2010]. В последние годы все больше внимание уделяют изучению комплексной канцерогенной нагрузки на среду обитания. Подавляющее большинство канцерогенных соединений может попадать в воду, воздух, почву и продукты питания, с ними человек контактирует и на производстве, и в быту. При этом в большинстве случаев при воздействии химических канцерогенов в малых дозах наблюдается эффект суммирования [Унгурияну Т.Н., 2011]. При комплексном действии канцерогенных веществ отмечается более высокая степень риска [Чеботарькова С.А., 2013].

Сложившаяся в России эколого-гигиеническая ситуация неоднозначна и является следствием приоритета экономических интересов над экологическими [Онищенко Г.Г., 2015]. Одним из наиболее активно развивающихся регионов страны является территория Прибайкалья, где размещены предприятия энергетики, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей, химической, горнодобывающей, промышленности, машиностроения, цветной металлургии и другие. В течение нескольких десятилетий жители промышленных центров Прибайкалья (70% всего населения региона) подвержены неблагоприятному влиянию химического состава компонентов среды обитания. Проблема промышленного загрязнения объектов окружающей среды и его последствия для здоровья населения, актуальны в настоящее время для различных

регионов России, в т.ч. для Республики Бурятия. Размещение и развитие крупных индустриальных предприятий на территории Восточной Сибири, характеризующейся сниженным потенциалом самоочищения и рассеивания примесей в атмосфере, приводят к опасному загрязнению воздушного бассейна, что подтверждено включением г.Улан-Удэ и др. в число городов РФ с максимальным уровнем загрязнения. Анализ многолетних наблюдений БЦГМС свидетельствует, что на протяжении нескольких десятилетий в г. Улан-Удэ складывается неблагоприятная ситуация по уровню загрязнения атмосферного воздуха [Ханхареев С.С. с соавт., 2013]. Вопросы ликвидации накопленного вреда окружающей среде, снижение текущего негативного воздействия и сохранение здоровья населения рассматриваются как приоритетные в основных документах стратегического планирования [Зайцева Н.В. с соавт., 2017; Май И.В. с соавт., 2018].

Заболееваемость ЗНО является признанным объективным маркером канцерогенного влияния окружающей (в том числе производственной) среды на человека. Часть населения, работающая на канцерогеноопасных предприятиях, подвергается двойному воздействию канцерогенов (в производственных и бытовых условиях), однако исследования по оценке суммарной ингаляционной экспозиции практически отсутствуют. В структуре смертности от злокачественных новообразований профессиональный рак оценивается на уровне 4-5, профессиональные факторы опосредуют развитие до 9% случаев рака легких (до 10% у мужчин и до 5 % у женщин) [Nelson D. et al., 2005]. По данным государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ» за 2007-2013гг. вклад ЗНО в структуру профессиональной патологии в РФ стабильно составляет от 0,4 до 0,6% в период с 2002 по 2013г. [Государственный доклад, 2012; Государственный доклад, 2013].

На примере горно-добывающей, металлургической, химической промышленности показано, что уровень индивидуального канцерогенного риска (ICR) у работающих выше, чем у населения [Серебряков П.В., 2012;

Ефимова Н.В. с соавт., 2016; Адриановский В.И. с соавт., 2017]. Несмотря на то, что предприятия машиностроительного профиля, в т.ч. по производству летательных аппаратов, являются градообразующими на территориях Поволжского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, обеспечивают значительную часть рабочих мест, внимание к аспектам канцерогенной химической безопасности на данных предприятиях практически не уделяется. Ефимова Н.В. с соавт. (2016) свидетельствует, что ИСР для работников Иркутского авиазавода при 30-летнем стаже является недопустимым. Однако, немногочисленные эпидемиологические исследования, проведенные на предприятиях авиастроения США, Италии, не позволили выявить статистически значимой зависимости заболеваемости злокачественными новообразованиями и уровнем канцерогенной экспозиции [Lipworth L. et al., 2011; Pesatori A.C. et al., 2013]. В работах отдельных авторов в ходе комплексных оценок на предприятиях по ремонту подвижного состава железнодорожного транспорта отмечен контакт работников некоторых профессий с канцерогеноопасными факторами и указано на необходимость контроля канцерогенов на рабочих местах [Капцов В.А. с соавт., 2007; Синода В.А., 2015; Судейкина Н.А., Куренкова Г.В., 2016; Остапенко Л.Н., Павлова Н.И., 2017; Gromiec J.P. et al., 2013; Cao Y.M. et al., 2018].

Большинство эпидемиологических исследований, посвященных изучению профессионального воздействия канцерогенов, проводятся среди работающего населения мужского пола, представляющего большинство подвергшихся воздействию работников [Hohenadel K, et al., 2015]. Однако в последние десятилетия занятость женщин в промышленности ряда стран Европы продолжает увеличиваться [European Agency., 2014; Organization for economic., 2017]. В Российской Федерации наблюдается другая тенденция: происходит снижение занятости женщин во вредных и опасных условиях труда, но все еще она достаточно велика [Яцына И.В. с соавт., 2015]. Несмотря на все большее внедрение женщин в традиционно «мужские»

профессии, гендерное разделение между различными профессиями и секторами экономики хорошо известно. В ряде работ были обнаружены значительные различия в распределении моделей профессионального воздействия по полу [Eng A. et al., 2011]. Недавнее перекрестное исследование предлагает ряд факторов, влияющих на распространенность и уровень воздействия канцерогенных, мутагенных и репротоксических агентов, включая пол [Havet N. et al., 2017]. Различные условия труда, а также скорость абсорбции, метаболизм и биодоступность химических веществ чаще характерны для женщин, по сравнению с мужчинами [Gochfeld M., 2017]. Другой клеточный ответ на окислительный стресс между мужчинами и женщинами в предрасположенности к раку был также недавно предположен в исследовании, проведенном Али и его коллегами, в котором был поставлен вопрос о том, должны ли классификации канцерогенов быть гендерно-специфичными [Ali I. et al., 2016]. Другая проблема, вызывающая обеспокоенность, связана с одновременным воздействием канцерогенных химических веществ в нескольких секторах деятельности. При оценке факторов профессионального риска следует учитывать наличие множества моделей воздействия, как на индивидуальном, так и на групповом уровне [American Conference., 2015; Peters CE. et al., 2015; 72:64–71; Havet N., 2017].

Сегодня методология оценки риска рассматривается международными организациями (ВОЗ, Европейской комиссией ООН по окружающей среде, Организацией по экономическому сотрудничеству и развитию, Комиссией Евросоюза и др.) как ведущий аналитический инструмент, используемый для разработки наиболее эффективных управленческих решений по регулированию риска. Опыт оценки канцерогенного риска в РФ достаточно велик, но преимущественно эти оценки проведены в крупных промышленных центрах с высокими уровнями онкологической патологии, в том числе в последние годы в: Самаре [Сучков В.В. с соавт., 2017], Оренбурге [Боев В.М с соавт., 2016], Уфе [Бакиров А.Б. с соавт., 2018], Москве [Судакова Е.В. 2015], Челябинске [Аксенова И.А. с соавт., 2017].

Наряду с традиционными гигиеническими подходами и методологий оценки риска для выявления связи возникновения и развития ЗНО используется ряд методов и в том числе методологию системного анализа [Манжуров И.Л. с соавт., 2014], математического анализа и моделирования [Ситдикова И.Д. с соавт., 2014; Емцева Е.Д. с соавт., 2019; Arney K., 2018; Liu S. et al., 2018], геоинформационных технологий, которые позволяют провести пространственное распределение данных, в том числе по уровню химической нагрузки, медико-демографическим показателям, позволяют визуально оценить и сравнить между собой различные территории, выявить зоны риска [Atabi F., Mirzahosseini S.A.H., 2013; Musa G. J. et al., 2013; Salehi F., Ahmadian L., 2017].

Среди основных направлений практического использования оценки риска при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, особое значение имеет ранжирование территорий по уровням загрязнения и опасности для здоровья населения на любом уровне административного деления; первоочередное регулирование источников и факторов риска, представляющих наибольшую угрозу здоровью населения [Арутюнян Р.В. с соавт., 2010; Корнилков А.С. с соавт., 2013; Новиков С.М. с соавт., 2015]. Существующая нормативная база, определяющая порядок экспертизы связи злокачественных новообразований с условиями труда, формирует два типа неопределенностей: отсутствие сведений о развитии нозологических вариантов ЗНО под влиянием различных канцерогенных агентов и нерегламентированные параметры экспозиционных характеристик, дающих возможность вести речь о доказательной мере воздействия. В качестве преодоления существующих проблем предлагается использование данных, публикуемых Международным агентством по изучению рака, а также применение методики оценки индивидуального канцерогенного риска [Ибраева Л.К., 2014].

Одним из подходов, позволяющих подтвердить воздействие канцерогенов на организм, служит биомониторинг. Причем целесообразно

исследовать, как маркеры воздействия, например, содержание в биологических матрицах хрома, никеля, свинца [Bernacki E.J. et al., 1978; Genovese G. et al., 2015], так и тесты, отражающие негативные эффекты в организме, в первую очередь, так называемые опухолевые маркеры [Заридзе Д.Г., 2016] и сопутствующую (более раннюю) патологию [Martin-Moreno J. M. et al., 2013].

Обзор имеющихся работ по анализу канцерогенного риска свидетельствует о необходимости усовершенствования системы мониторинга окружающей среды и здоровья населения, которая должна способствовать проведению ранней донозологической диагностики отдельных заболеваний, что является существенным для организации превентивного лечения или реабилитации населения, проживающего на той или иной территории. [Breath measurements..., 2001].

### ***Приоритетные канцерогенные факторы***

На современном этапе зарегистрированы миллионы химических веществ, и из этого огромного количества лишь незначительная часть исследовалась на канцерогенность [Лопушов Д.В., 2009]. В связи с этим проблема канцерогенного воздействия на человека в эпоху научно-технического прогресса стала особенно актуальной и приоритетной. Существует более 170 химических веществ или обстоятельств воздействия, которые были классифицированы Международным агентством по исследованию рака (IARC) как известные или вероятные канцерогены для человека (группы 1 и 2a, соответственно). Кроме того, существует около 250 веществ или обстоятельств, которые классифицируются как возможно канцерогенные для людей (группа 2b) [IARC, 2011]. Однако нормативные документы отдельных стран, в том числе, России [СанПиН, 2008] Великобритании [Disease Reduction Programme], Кореи [Chemical risk assessment manual, 2012], Европейского Союза [Directive 2004/37/EC, 2008] и других включают в качестве канцерогенов различное количество веществ.

Большая часть этих веществ может быть обнаружена на рабочих местах, либо потому, что они используются в процессах, либо потому, что они выделяются во время работы процессов.

Эксперты МАИР относят хром и его соединения к 1 группе канцерогенного риска для человека. Независимый институт в рамках ВОЗ, занимающийся вопросами промышленной экологии и экотоксикологии (OECD), оценивая эффекты избирательной токсичности хрома заключает что этот металл приводит к развитию рака легких, злокачественных новообразований в желудочно-кишечном тракте, возникновению дерматитов [Мамырбаев А.А., 2012].

Длительное воздействие неорганического мышьяка, главным образом при питье загрязненной воды, потреблении пищи, приготовленной с использованием такой воды, или при потреблении в пищу продовольственных культур, орошаемых водой с высоким содержанием мышьяка, может приводить к хроническому отравлению мышьяком. Наиболее характерными последствиями являются поражения кожи и рак кожи. Помимо рака кожи длительное воздействие мышьяка может также вызывать раковые заболевания мочевого пузыря и легких. Международное агентство по изучению рака (МАИР) классифицирует мышьяк и соединения мышьяка в качестве человеческих канцерогенов и также указывает, что мышьяк, содержащийся в питьевой воде, является человеческим канцерогеном [Мышьяк, 2016].

В настоящее время доказано, что многие агенты вызывают рак нескольких локализаций. Например, добавление лейкемии (в частности, миелоидной лейкемии) как злокачественного новообразования [IARC, 2011], связанного с формальдегидом, побудило исследователей рассматривать более широкий спектр механизмов, чем раньше, когда исследования формальдегида были сосредоточены на ЗНО верхней части тела. дыхательных путей. Аналогичные последствия вытекают из новых

ассоциаций между неходжкинской лимфомой и вирусами гепатита В и С, которые поражают сотни миллионов людей во всем мире.

Выбор десяти основных химических канцерогенов с современной точки зрения на профессиональную заболеваемость ЗНО, основан на заболеваниях, в которых установлено или предполагается, что воздействие вызывает конкретную опухоль, для которой была получена оценка смертности [Rushton L., 2017]. Пять из 10 приоритетных веществ в списке обычно встречаются в строительстве и других смежных областях (асбест, кристаллический кремнезем, частицы выхлопных газов дизельных двигателей, окраска и сварка). Общее число прогнозируемых случаев смерти от этих агентов / обстоятельств составляет около 98% от общего бремени профессионального рака. В ходе оценки будущего бремени, изложенного в работе [Cherrie J.W. et al., 2017], показано, что, учитывая возможность снижения воздействия большинства этих канцерогенов на ~8% в год, за исключением ключевых случаев радона, твердых частиц дизельного топлива и окраски, где мала вероятность значительного снижения уровня воздействия, можно предположить, что будущее бремя текущей экспозиции может составлять около трети текущего бремени, то есть 2000 смертей от профессионального рака в год за 20-30 лет.

При изучении экспозиции, как среди населения, так и в профессиональных группах отмечается многокомпонентное воздействие. Так, совместное воздействие соединений никеля и хрома VI обычно встречалось у лиц обоих полов при производстве металлических изделий и в металлообрабатывающей промышленности, тогда как у мужчин оно наблюдалось в основном в секторах металлургии и производства транспортного оборудования. Однако женщины, работающие в машиностроении и металлообработке, чаще подвергались воздействию средних или высоких уровней, чем мужчины (в 1,12 и 1.61 раза соответственно) [Scarselli A. et al., 2018]. По мнению авторов, причиной этого могут являться другие факторы, помимо профессии, такие как условия

конкретного рабочего места, задание или навыки, что будет способствовать повышению экспозиции женской рабочей силы в этих условиях. Многокомпонентное воздействие канцерогенов распространено у лиц обоих полов при производстве и использовании химических веществ. Женщины чаще сталкивались с акриламидным, акрилонитрильным и винилхлоридным мономером при производстве резины и пластмасс, в то время как мужчины чаще всего подвергались воздействию этиленоксида, пропиленоксида, эпихлоргидрина, трихлорэтилена и динитротолуола [Eng A. et al, 2011]. Совместное негативное воздействие бензола, 1,3-бутадиена и ПАУ подтверждено по эффектам среди работников нефтеперерабатывающего завода, даже если уровни воздействия достаточно низкие [Burns A. et al., 2017; Almerud P. et al., 2017].

### ***Проблемы снижения канцерогенного риска***

Директива Европейского Союза по канцерогенам (2004/37/ЕС) предусматривает минимальные стандарты для защиты работников от рисков, связанных с воздействием канцерогенов и мутагенов на рабочем месте. Основные пути минимизации риска это: во-первых, чтобы канцероген был удален, и если это технически невозможно, он должен обрабатываться в закрытой системе. Там, где это невозможно, работодатель должен применять индивидуальные меры по снижению экспозиции, например, индивидуальные средства защиты. Однако ряд авторов отмечают, что работники не всегда следуют этим рекомендациям либо не обеспечены СИЗ в достаточном количестве [Fujishiro K. 2013; Hohenadel K. et al., 2015; Судейкина Н.А., Куренкова Г.В. и др., 2017].

Основной подход для обоснования мер защиты работников от профессиональных канцерогенов заключается либо в том, чтобы организовать контроль за экспозицией и ее оценку либо на уровне, где риск приемлемо мал, либо на максимальном уровне воздействия, который считается приемлемым, обычно определяется пределом воздействия на

рабочем месте (OEL) [Директива 2004/37/ЕС, 2008]. Информирование работников о воздействии профессиональных рисков является не только необходимой мерой охраны здоровья, но и этическим императивом [WHO. Global Action., 2013]. Знание воздействия профессиональных рисков может облегчить соблюдение правил техники безопасности и повлиять на результаты профилактических медицинских осмотров. Хотя важность сообщения о рисках, связанных с профессиональной деятельностью была признана, исследования в некоторых областях все еще редки [Tan-Wilhelm D. et al., 2000; MacDonald L.A. et al., 2017]. Вместе с тем, Niewohner с соавторами [Niewohner J., 2004] выявили ряд факторов, которые влияют на обращение с опасными веществами на работе, и предложили теоретическую модель, описывающую необходимые компоненты для изменения поведения и снижения рисков. Было показано, что большинство работников не осознают потенциальные риски, связанные с длительным воздействием химических веществ на низком уровне. Общая культура безопасности в рабочей среде и в целом в популяции очень важны для формирования самосохранительного поведения не только в условиях производства, но и в быту.

Используя интервью с фокус-группами, были изучены психологические аспекты информирования о риске при уведомлении работников об опасности. Анализ показал, что участники воспринимали экологические и профессиональные воздействия совершенно по-разному [Fujishiro K. et al., 2013]. Респонденты считали, что воздействие токсикантов через загрязненную воду, почву и воздух было более опасным, чем воздействие тех же химических веществ на работе.

Таким образом, на основе анализа работ отечественных и зарубежных авторов в настоящее время представляется важным для принятия решений по снижению канцерогенной опасности для здоровья населения: иметь лучшую информацию о количестве людей, подвергающихся воздействию канцерогенов, и уровнях экспозиции для различных социальных групп.

Кроме того, необходимо внести изменения в нормативно-правовую базу, технические инновации и учебные мероприятия для обеспечения снижения рисков от химических веществ. Необходимы действия для снижения воздействия и рисков для профессиональных канцерогенов, и это должно быть преимущественно сфокусировано на тех веществах / обстоятельствах, где недостаточно сведений о рисках. Кроме того, в нашей стране в качестве одной из первостепенных задач гигиенических исследований считается разработка и реализация стратегий и технологий, позволяющих ранжировать проблемные области при многосредовом воздействии и на этой основе устанавливать приоритеты политики в области обеспечения химической безопасности населения [Рахманин Ю.А. с соавт., 2015; Онищенко Г.Г. с соавт., 2016; Жолдакова З.И. с соавт., 2018].

Резюме. Таким образом, анализ научной литературы по проблеме канцерогенной опасности для различных групп населения показал, что детального анализа неблагоприятного воздействия факторов производственной среды и среды обитания на различные группы населения на территориях со средним уровнем распространенности злокачественных новообразований не проводилось. Проблеме системной оценки онкологической ситуации на региональном, территориальном и производственном уровнях продолжает оставаться актуальной для разработки канцерогенного риска и прогноза уровней заболеваемости, без которых невозможно планировать мероприятия по профилактике ЗНО. Большое социально-экономическое значение промышленного развития регионов, недостаточное количество работ по гигиенической оценке потенциального и реализованного канцерогенного риска для населения и работников градообразующих предприятий, отсутствие однозначной точки зрения на вероятность развития рака у групп населения определяют актуальность исследований в данном направлении.

Представленные результаты исследований свидетельствуют об интенсификации роста онкологической заболеваемости на территориях с относительно низкими показателями онкопатологии (в том числе в Республике Бурятия), однако гигиенические аспекты данного явления недостаточно изучены.

## Глава 2. ПРОГРАММА, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наблюдательное экспертно-аналитическое исследование проведено на основе методологии оценки риска с использованием гигиенических (оценка содержания канцерогенов в объектах окружающей среды, идентификации опасности и оценки экспозиции); эпидемиологических (анализ динамики и структуры заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований по данным официальной статистики и первичных медицинских документов, оценка эпидемиологического риска); математико-статистических (описательная статистика, кластерный и корреляционно-регрессионный анализ).

**Дизайн диссертационного исследования** соответствует цели и задачам (таблица 2.1). Исследования проведены на нескольких уровнях: региональном (Республика Бурятия); муниципальном (г. Улан-Удэ, районы города), локальном (крупные канцерогеноопасные предприятия), индивидуальном (пациенты с установленным диагнозом ЗНО).

*На уровне субъекта РФ* проведена идентификация канцерогенной опасности предприятий по данным форм 2тп-воздух за 2005-2015 годы в разрезе административных районов РБ в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [Руководство по оценке, 2004]. Изучение онкологической заболеваемости и смертности проведено за период с 1992 по 2016 гг. по отчетным формам № 7 «Сведения о заболеваниях злокачественными новообразованиями» и № 35 «Сведения о больных со злокачественными новообразованиями». Весь массив данных был разбит с учетом возрастной характеристики: дети (0-17 лет), взрослые (от 18 и старше), все население и по административным территориям (город Улан-Удэ и районы Республики Бурятия). Характеристика динамики показателей, рассчитанных на 100 тысяч населения, соответствующего возраста дана по темпам роста и прироста.

Таблица 2.1 – Дизайн исследования, источники и объем информации

Уровень	Задача	Источник информации	Анализируемый период, объем информации (единиц наблюдения)
Региональный	Идентификация опасности	Формы 2тп воздух	2005-2015 гг, по предприятиям
	Изучение динамики и структуры заболеваемости и смертности от ЗНО	Стат. формы №№ 35, 7	1992-2015 гг
Муниципальный	Анализ содержания канцерогенов в Улан-Удэ: -атмосферный воздух, -питьевая вода, -продукты питания  -снеговые пробы	Данные СГМ Управления Роспотребнадзора по РБ  Протоколы ФГБНУ ВСИМЭИ	1992-2017гг (более 30 тыс ед. наблюдения атмосферы, 1000 – воды, 2500- продуктов) 2017 год (180 ед.)
	Оценка многосредового индивидуального канцерогенного риска	По городу и по постам наблюдения	2002-2016гг
	Оценка реализованного канцерогенного риска	Данные онкологического диспансера: - по городу (ф.35) - учреждениям здравоохранения (канцерорегистр)	1992-2017гг 2006-2016гг (15618 ед.)
Локальный	Анализ содержания канцерогенов в воздухе рабочей зоны 2 предприятий  Оценка потенциального и реализованного рисков для работников	Данные - производственного контроля  - учреждений здравоохранения	2005-2016гг (более 2000 ед.)  2005-2016гг (5771 ед.)
Индивидуальный	Оценка значимости факторов риска	Контрольная карта диспансерного наблюдения больного ЗНО» (ф.№ 030/У /ф.№030-ГРР	306 карт

Для выявления территорий риска проведен двухэтапный кластерный анализ: иерархический и К-средних. Рассчитывались интенсивные показатели на 100 тыс. населения за период с 1991 по 2015 год. Показатели заболеваемости и смертности от ЗНО изучались в целом и по ведущим локализациям в соответствии с Международной классификацией болезней (МКБ-10). Для устранения неопределенностей, связанных небольшой численностью населения в большинстве районов РБ и с качеством учета ежегодного числа зарегистрированных больных, были проанализированы средние показатели заболеваемости ЗНО за 5-летние периоды: 1991–1995 гг., 1996–2000 гг., 2001–2005 гг., 2006–2010 гг. и 2011–2015 гг.

Для выявления городов с повышенным и пониженным онкологическим риском использовался метод перцентиль-профиль [Гудинова Ж.В., Жернакова Г.Н., 2011]. При сравнении разноуровневых показателей населения различных территорий данная методика упрощает результаты сложных расчетов и обеспечивает получение достоверной информации о многокомпонентном явлении. Применение методики позволило: определить границы интервала статистической нормы анализируемых показателей всего населения; оценить и сравнить изменчивость данных по локализациям в изучаемой совокупности территорий; определить положение конкретной территории по отношению к границам статистической нормы по изучаемым признакам. Последовательность реализации методики «перцентиль-профиль»: расчет интервалов статистических средних (ИСС) для территории РБ (на 100 тысяч населения); стандартизация показателей, которая проводится путем расчета отношения показателей заболеваемости для каждой территории к медиане ИСС, принятой за 100% (%); определение показателей в интервале от 1-го до 3-го квартиля (1-3Q), включающем 50% всех наблюдений. В обобщенный профиль включены показатели впервые выявленной заболеваемости ЗНО, ЗНО по различным локализациям и смертности от ЗНО. Результаты расчета перцентиль-профиля онкопатологии населения, проживающего на территории РБ, для пространственного

представления обработаны с применением ГИС-технологий. При создании тематических карт ЗНО Республики Бурятия использовано программное обеспечение и картографические данные OpenStreetMapFoundation (лицензия OpenDatabaseLicense). Картографическая информация представлена в виде ScalableVectorGraphics (svg - файлов) – границ административных районов РБ.

*На муниципальном уровне* проведена оценка экспозиции в целом для населения города Улан-Удэ и по отдельным территориям города. Проведена многосредовая оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, обладающих бластомогенным эффектом. Проанализированы результаты исследований атмосферного воздуха г. Улан-Удэ стационарных постов БЦГМС. Оценка качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения проведена по данным социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля. Исходя из проведенной ранее оценки структуры питания городских жителей Республики Бурятия и среднего содержания канцерогенных элементов в основных видах продуктов питания, поступающих к населению региона, рассчитаны канцерогенные риски. Так как в ряде работ показано, что загрязнение воздушной среды является основным источником воздействия поллютантов на человека [Агеева с соавт., 2013; Новиков С.М., 2015; Чуенкова Г.А. с соавт., 2015; Turner M.C. et al., 2017] в наших исследованиях основное внимание уделено ингаляционному воздействию. Контроль за состоянием атмосферного воздуха ведется Бурятским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (БЦГМС) на 3 станциях. Используются среднегодовые данные за 2002-2015 годы. Расчеты показателей ICR, PCR проведены в соответствии с [Руководством по оценке риска].

Для большей детализации уровня контаминации атмосферного воздуха проведен анализ загрязненности различных участков снежного покрова г. Улан-Удэ. Выбраны точки отбора – станции мониторинга атмосферного воздуха. Схема-таблица отбора проб представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Перечень постов мониторинга атмосферного воздуха в г. Улан-Удэ

№п/п	Принадлежность поста	Наименование и адрес поста
1	ФБУЗ	ул. Советская, 43
2	ФБУЗ	п. Кирзавод, ул. Моховая
3	ФБУЗ	п. Загорск, ул. Родины, 2
4	ФБУЗ	пр. Строителей, 20
5	ФБУЗ	ул. Ключевская, 50а
6	ФБУЗ	п. Силикатный, ул. Забайкальская, 2
7	ФБУЗ	п. Заречный, ул. Мерецкова, д.3
8	ФБУЗ	п. Заречный ул. Автотранспортная, 5
9	БЦГМС	пр. 50 лет Октября
10	БЦГМС	ул. Бабушкина
11	БЦГМС	ул. Революции 1905 года, д. 74
12	фон	п. Сотниково Иволгинский район, "Здоровье"

Отбор проб проведен в начале марта 2018 г. в период максимального снегонакопления, в виде кернов по всей глубине залегания по рекомендациям [Руководство по контролю ..]. Всего было отобрано 12 проб снега в разных районах города. Точки находятся вблизи крупных транспортных развязок, точки 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11 расположены в промышленных зонах города, точки 4, 5, 10 находятся в жилой зоне. В качестве фоновой выбрана 12 точка - п. Сотниково Иволгинский район Республики Бурятия, расположенная в курортной зоне (РК «Здоровье»), не подвергающаяся техногенному воздействию или испытывающие его в минимальной степени и расположенные за городской чертой с наветренной стороны относительно города.

Химический анализ содержания тяжелых металлов, ПАУ и нефтепродуктов в пробах снега проведен в лаборатории аналитической экотоксикологии (зав. к.б.н. О.М. Журба). По содержанию металлов в фильтрованной воде определяли растворённую форму тяжелых металлов (Cd, Cr, Pb), а в нефилтрованной – валовую. Пробоподготовка и анализ проб осуществлялись согласно методикам ПНД Ф [ПНД Ф 14.1:2:4. 214-06 Количественный химический анализ вод]. Используемое оборудование: двойная атомно-абсорбционная система с пламенной и электротермической атомизацией AADUOAgilent 240FS/240Z/UltrAAsystem. Для определения мышьяка анализ проводили согласно инструкции по эксплуатации к системе генерации гидридов VGA-77AA Agilent и условиям, предлагаемым программой SpectrAA для анализа мышьяка. ПАУ в экстрактах анализировали методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием. Измерение проводили на газохроматографической системе на базе газового хроматографа Agilent 7890A с масс-селективным детектором Agilent 5975C (ГХ-МС). В экстрактах и твердом осадке определяли флуорен; фенантрен; антрацен; флуорантен; пирен, бенз(а)антрацен; хризен; бенз(б)флуорантен; бенз(к)флуорантен; бенз(а)пирен; индено(123cd)пирен; дибенз(ah)антрацен и бенз(ghi)перилен. Анализ проводится в жидкой фазе после экстракции нефтепродуктов, растворённых в воде, гексаном в соответствии с [ПНД Ф 14.1:2:4.128-98]. Количественный химический анализ вод]. Кроме того, для дополнительной оценки экспозиции исследовалось содержание и гранулометрические характеристики атмосферных взвесей в пробах снега, так как в ряде работ [Cui P. et al., 2015; Wong C.M. et al., 2016; Lin Ch.-K. et al., 2019] убедительно показано влияние мелкодисперсных частиц на частоту ЗНО. Жидкость изучали на лазерном анализаторе частиц Fritsch Analysette 22 NanoTech (Германия) на базе НОЦ нанотехнологии ФГАОУ ВО ДВФУ (Дрозд В.А). Измерения проводились в диапазоне от 0,08 до 2000 мкм.

*На локальном уровне исследования проведены на примере двух*

предприятий, расположенных в городе Улан-Удэ: ОАО «Улан-Удэнский авиационный завод» (АЗ) и Улан-Удэнский филиал ЗАО «Желдорремаш» (локомотивовагоноремонтный завод (ЛВРЗ)). Предприятия относятся к числу старейших на территории Сибири, имеют свою специализацию по выпускаемой продукции, что определяет некоторые технологические различия. АЗ включает следующие производства: литейное, малярное, резино-пластмассовое, слесарно-сварочное, лопастное, агрегатно-сборочное. К основным производствам ЛВРЗ относятся вагонокузовное, вагоносборочное, вагоноколесное. Основными профессиями, которые можно рассматривать как «сквозные» для этих производств можно считать следующие: слесарь-электрик, маляр, гальваник, вулканизаторщик. Учитывая значительный объем эпидемиологической и фундаментальной научной литературы, оценивающей этиологические ассоциации в отношении ЗНО необходимы критерии для определения уровня доказательств, необходимых для включения в наши исследования химических веществ, поступающих в воздух. Основными источниками данных о связи бластомогенного эффекта с воздействием служили данные Фонда по изучению рака (WCRF) и международных монографических исследований Международного агентства по исследованиям рака (IARC) по оценке канцерогенных рисков для человека [World Cancer Research, 2007; International Agency..., 2017]. От стационарных источников указанных предприятий в воздушный бассейн попадают химические примеси более 100 наименований, из них 14 относятся к канцерогенным (никель оксид, свинец и его неорганические соединения, хром VI, сажа, бензол, этиленбензол, этилбензол, 3,4 бензапирен, тетрахлометан, хлорметилоксиран, 1,2 дихлорэтан).

Используя данные БЦГМС, производственного контроля, результаты собственных исследований качественно-количественных характеристик воздуха рабочей зоны и атмосферного воздуха рассчитаны уровни ICR для работников основных профессий. Оценка экспозиции для работников проведена по многолетним среднесменным концентрациям в воздухе рабочей

зоны, для населения - по среднегодовым концентрациям в атмосферном воздухе. Доза при оценке риска, не связанного с профессией, рассчитана на период жизни продолжительностью 70 лет. При расчете доз токсического вещества в воздухе рабочей зоны использованы «стандартные» параметры лёгочной вентиляции для взрослого человека ( $10 \text{ м}^3$ ), продолжительности смены 8 часов рабочего (за исключением маляров, выполняющих покраску в закрытых пространствах), массы тела – 70 кг, количество дней в контакте 240. В связи с тем, что воздействию канцерогенов, сопровождающих процесс подготовки к основной работе и непосредственно покрасочных работ, занимают около 75% рабочего времени для профессии «маляр» продолжительность времени экспозиции взяли - 5 часов. ICR рассчитан исходя из динамики стажа работы в контакте с канцерогенными веществами: 1, 2, 3, 5 и далее с «шагом» в 5 лет до 30 лет. Стаж работы под воздействием канцерогенов рассчитан исходя из верхней границы приемлемого уровня ICR для профессиональных групп [Серебряков П.В., 2007]. Сравнение вклада отдельных канцерогенов в суммарный уровень ICR проведено с применением критерия  $\chi^2$ , различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Кроме того, с целью обоснования более эффективного управления рисками для здоровья работников, связанных с воздействием химических веществ на рабочем месте, проведена оценка уровня риска на основе разработанного в Южной Корее подхода (CHARM) с учетом средних взвешенных по времени пределах воздействия химического вещества на рабочем месте (TWA-OELs) [Kim M.U., Yyeon S.H., 2018]. Возможные уровни экспозиции дифференцированы на 4 группы: I – отношение содержания примесей в воздухе рабочей зоны к TWA-OELs составляет менее 10%, II - отношение находится в пределах от 10 до 50% , III - отношение находится в пределах от 50 до 100%, IV – отношение концентрации к TWA-OELs  $\geq 100\%$ . Однако, в связи с некоторыми различиями в списках канцерогенных веществ, принятых в различных странах, в нашей работе мы провели оценки риска, исходя из гигиенических

нормативов, принятых в РФ [ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»; СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности»; Информационно-методическое письмо №01/8981].

Оценка частоты ЗНО среди жителей г.Улан-Удэ дана с учетом места постоянного проживания и основного места работы по материалам канцерогенного регистра ГБУЗ «Бурятский республиканский клинический онкологический диспансер». Всего проанализировано 8206 единиц индивидуальной информации о заболевших и 7412 – об умерших от ЗНО с 2006 по 2016 годы. Учтены данные о месте жительства, работы, привычных бытовых интоксикациях (табакокурении, употреблении алкоголя), сведений об этиологически значимых заболеваниях в анамнезе (гепатит С, ВИЧ-инфекция, вирус папилломы человека). Оценка значимости факторов риска для возникновения ЗНО у лиц в возрасте 18-65 лет проведена с применением метода Байеса на примере выборочной группы, включающей 306 пациентов, карты которых были полностью заполнены.

Сравнение интенсивных показателей (заболеваемости и смертности) проведено по критерию Фишера, экстенсивных (структуры) – по критерию  $\chi^2$ , значимым считался уровень  $p < 0,05$ . Анализ эпидемиологического (реализованного) риска ЗНО проведен по показателям относительного риска с расчетом 95-процентного доверительного интервала. В качестве статистически значимого риска принята величина, нижний предел которой  $>1$ . Для выявления связи частоты онкопатологии с влиянием производственного фактора в соответствии с рекомендациями академика РАН Н.Ф. Измерова [Измеров Н.Ф., Каспаров А.А., 2002], рассчитан показатель «этиологической доли», высоким уровнем значимости считали долевым вклад фактора  $>50\%$ , при  $RR \geq 2$ .

### **Глава 3. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО И РЕАЛИЗОВАННОГО КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ**

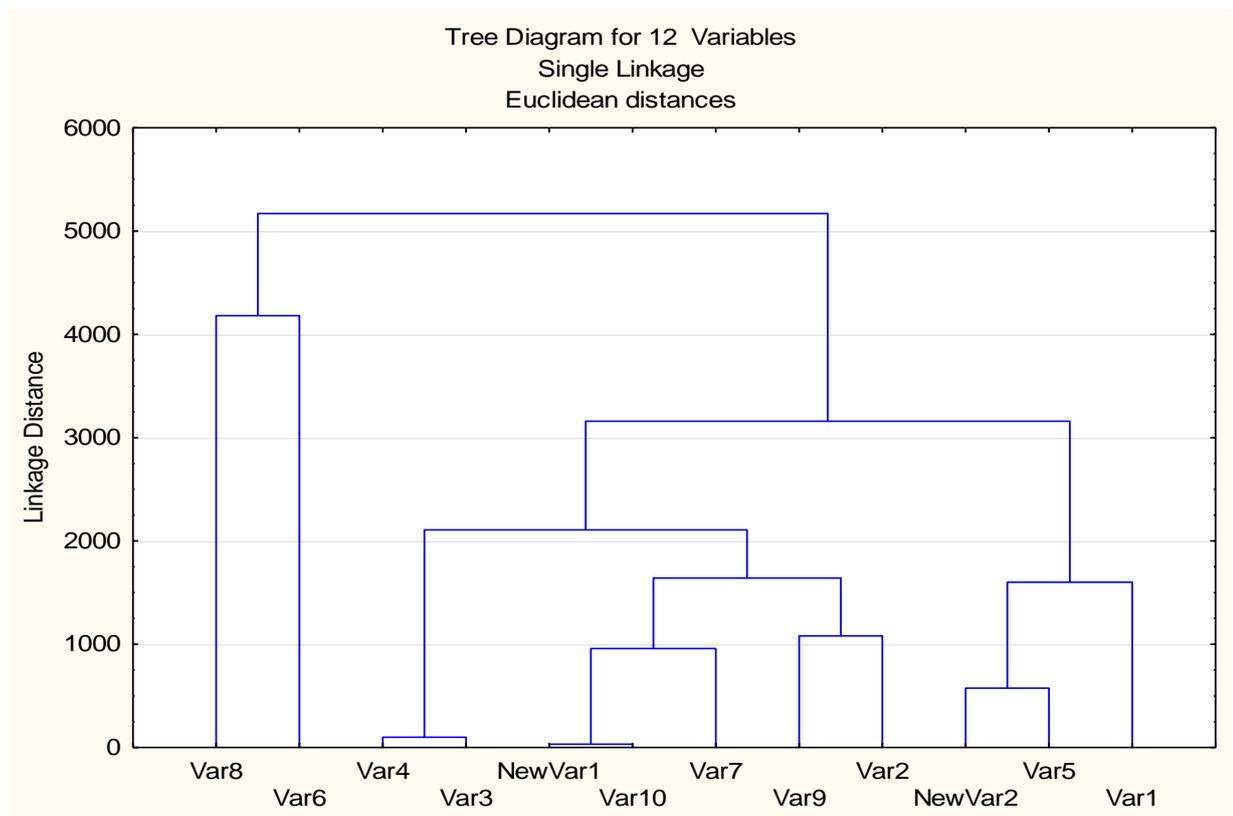
Основным путем воздействия химических канцерогенов на организм человека считается ингаляционный, поэтому рассмотрим риск канцерогенных эффектов для жителей г. Улан-Удэ с учетом зон влияния основных источников выбросов. От стационарных источников в атмосферный воздух города поступает около 30 тысяч тонн выбросов.

#### **3.1 Идентификация канцерогенной опасности для населения Республики Бурятия**

В 2015 г. объем выбросов (включая железнодорожный транспорт) в атмосферный воздух Республики Бурятия составил 221,0 тыс. т загрязняющих веществ, в общем объеме выбросов доля от автотранспорта (50,4% от валового поступления в атмосферу) почти такая же, как и от стационарных источников. В республике с 2010 г. суммарная величина поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух возросла с 176,8 тыс. т до 221,02 тыс. т, или на 25%. Выбросы от стационарных источников выросли на 14,0%, а выбросы от автотранспорта – почти на 37%. Основной вклад в суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников вносят филиал ОАО «ОГК-3» «Гусиноозерская ГРЭС», Улан-Удэнские ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 «Генерация Бурятии», филиал ОАО «ТГК-14».

В ходе двухэтапного кластерного анализа двух характеристик: валового выброса (т/год) и индекса сравнительной канцерогенной опасности (НСR<sub>сaпс</sub>) выявлено, что все административные единицы РБ можно разделить на 4 кластера, из которых выделяется город Улан-Удэ, как наиболее крупный промышленный узел в регионе, 9 районов с минимальными показателями или полным отсутствием сведений, а также два кластера, включающих остальные районы (рисунок 3.1.1).

Первый кластер включает Муйский и Кяхтинский районы, а второй Прибайкальский, Окинский, Селенгинский, Северобайкальский, Мухоршибирский, Тункинский, Курумканский, Кижингинский, Кабанский, Закаменский (рисунок 3.1). Евклидово расстояние между кластерами составило 3610 ( $p=0,000$ ). Среднее значение по итоговой сумме НРС в 1-ом кластере составило 13947, во 2-ом -2997,7 ( $p=0,000$ ), по основному контролируемому в атмосферном воздухе канцерогену - бензапирену различия не имеют статистической значимости: 4,62 и 11,1 соответственно ( $p=0,43$ )



Примечание – Var1-Прибайкальский, Var2 - Окинский, Var3 - Селенгинский, Var4 - Северобайкальский, Var5 - Мухоршибирский, Var6 - Муйский, Var7 - Тункинский, Var8 - Кяхтинский, Var9 - Курумканский, Var10 - Кижингинский, NewVar1 - Кабанский, NewVar2 - Закаменский

Рисунок 3.1.1 – Дендрограмма районов Республики Бурятия по суммарной канцерогенной опасности (HRCсanc)

Ранжирование по индексам сравнительной канцерогенной опасности представлено в таблице 3.1.1. На первом месте по уровню канцерогенной опасности, обусловленной поступлением химических веществ в атмосферный воздух находится г.Улан-Удэ. Среди административных районов в Республике Бурятия наиболее проблемной по уровню HCRсapc представляется ситуация в Кяхтинском и Муйском районах (они вошли в первый кластер), результаты оценок в прочих районах, несмотря на то, что они включены в единый второй кластер, являются не вполне идентичными. Так, HCRсapc в Мухоршибирском, Кабанском и Прибайкальском районах в 3-4 раза выше, чем в среднем по кластеру.

Таблица 3.1.1 – Ранговый ряд основных территорий канцерогенного риска в РБ

Территория	Индексы сравнительной канцерогенной опасности	Ранг
Улан-Удэ	265316,1	1
Кяхтинский	20943,5	2
Муйский	16762,1	3
Мухоршибирский	11593,7	4
Кабанский	11018,4	5
Прибайкальский	9418,4	6
Курумканский	6259,2	7
Окинский	5177,8	8
Тункинский	3537,6	9
Кижингинский	2579,0	10
Селенгинский	474,6	11
Северобайкальский	380,3	12
Закаменский	153,9	13

Кроме того, выявлены различия по долевному вкладу отдельных ингредиентов в суммарный показатель HCRcapc (Приложение Б). Большинство предприятий РБ являются источниками двух канцерогенов: сажа (более 99%) и бензапирен (0,1-0,78%). По данным форм 2тп-воздух, в выбросах некоторых предприятий преобладает бенз(а)пирен (Кабанское ДРСУч -89,7%, Гусиноозерская ГРЭС-73,7%),

По спектру канцерогенов, содержащихся в парогазовых выбросах, интерес представляют предприятия Окинского, Северобайкальского и Кабанского районов (рисунок 3.1.2)

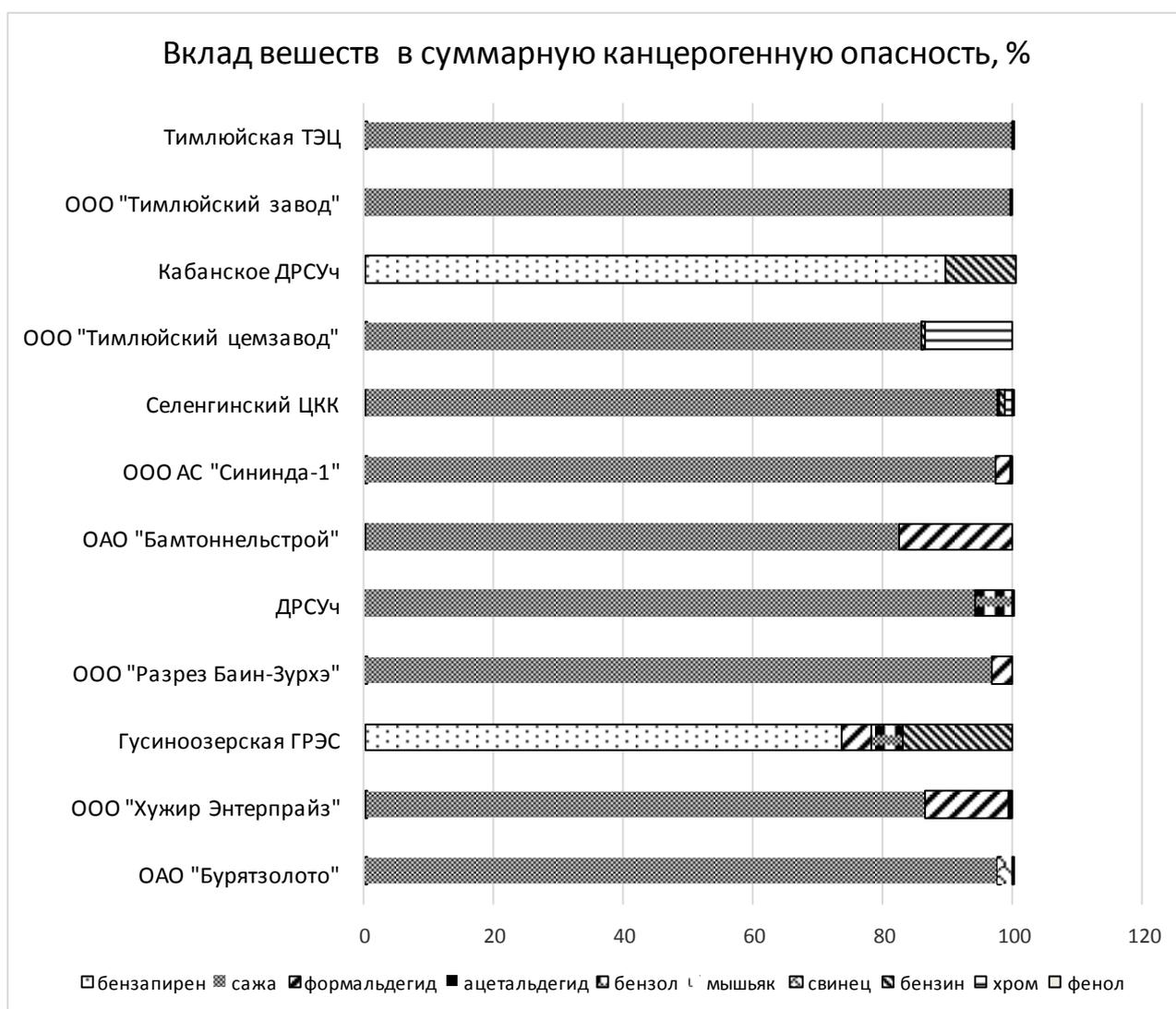


Рисунок 3.1.2 – Долевой вклад веществ в суммарную величину сравнительного индекса канцерогенной опасности по предприятиям, %

Город Улан-Удэ является основной территорией сосредоточения промышленных предприятий с различным уровнем канцерогенной опасности, к ним относятся: ООО «Буряттерминал», предприятия теплоэнергетики (ТЭЦ1, ТЭЦ2, ТГК-14), ЗАО «Стальмост» (5,9%), ОАО «Улан-Удэнский авиазавод». Для идентификации канцерогенной опасности выбраны 15 веществ, обладающих канцерогенным эффектом. Среди всех химических канцерогенов, поступающих в атмосферный воздух города, наибольшее значение имеют: сумма углеводородов и сажа (рисунок 3.1.3). Выбросы суммы углеводородов составили в среднем за изучаемый период. - 1741,96 т, сажи - 822,41 т, что в десятки и сотни раз выше, чем у других веществ, поэтому и по уровню НСР указанные вещества занимают первые ранговые места. Выявлено, что максимальная величина вклада в НСР связана с содержанием в валовых выбросах суммы углеводородов (66,6%), что в 2 раза выше, чем вклад сажи (31%), доля бензина нефтяного и хрома +6 составила 1,3 и 1,5% соответственно.

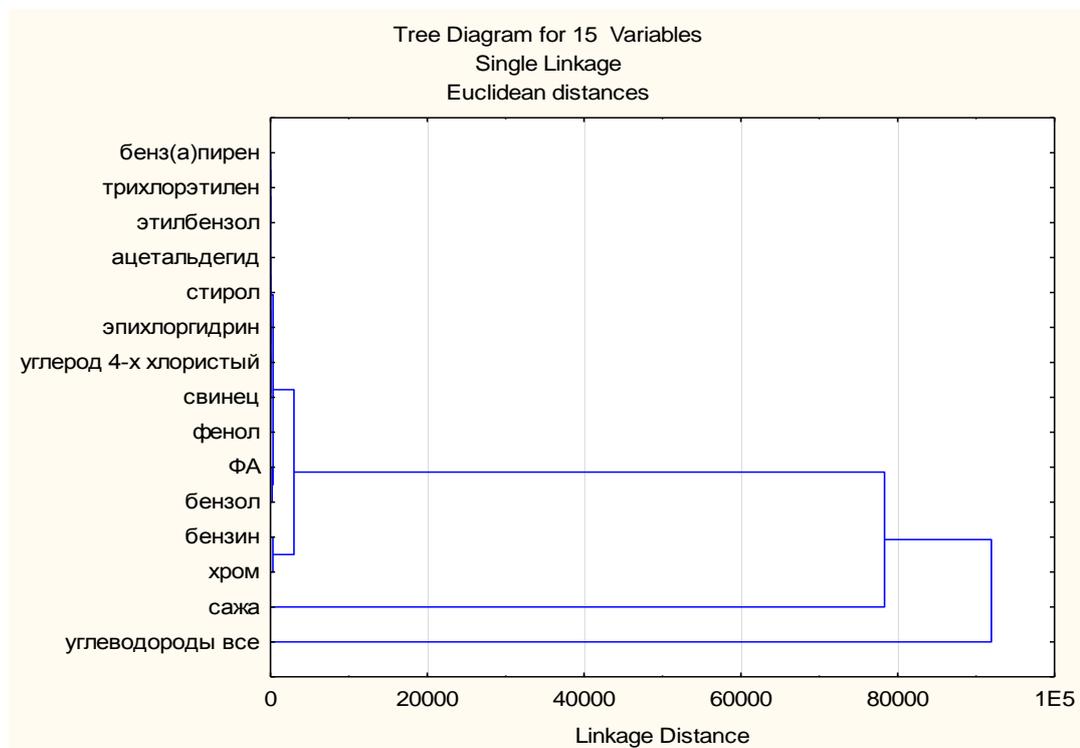


Рисунок 3.1.3 – Дендрограмма канцерогенов, поступающих в атмосферный воздух Республики Бурятия, по НРСсанс

Среди предприятий наиболее опасных, как источники выбросов веществ, обладающих канцерогенным эффектом, выделяются: ООО «Буряттерминал» (7,4%, сумма углеводородов), предприятия теплоэнергетики ТЭЦ2, ТЭЦ1, ТГК-14 (6,4-6,7%, сажа), ЗАО «Стальмост» (5,9%), ОАО «Улан-Удэнский авиазавод» (4,0%), ЛВРЗ (3,8%). Если большинство предприятий имеет одно приоритетное вещество, определяющее почти 100% вклада, то ЗАО «Стальмост», ОАО «Улан-Удэнский авиазавод», ЗАО «Желдорреммаш» характеризуются расширенными спектрами канцерогенов, поступающих в атмосферный воздух города (рисунок 3.1.4). Авиационный завод выбрасывает в атмосферу четырнадцать канцерогенных веществ: хром шестивалентный, серная кислота, никель и его соединения, формальдегид, эпихлоргидрин, бенз(а)пирен, бензол, сажа, кадмий и его соединения, масло минеральное, акрилонитрил, 1,3 бутадиен, пропилена оксид, этилена оксид, на ЛВРЗ зарегистрировано 542 источника выбросов вредных веществ, в атмосферный воздух поступают 86 видов загрязняющих веществ, в том числе 15 канцерогенов.

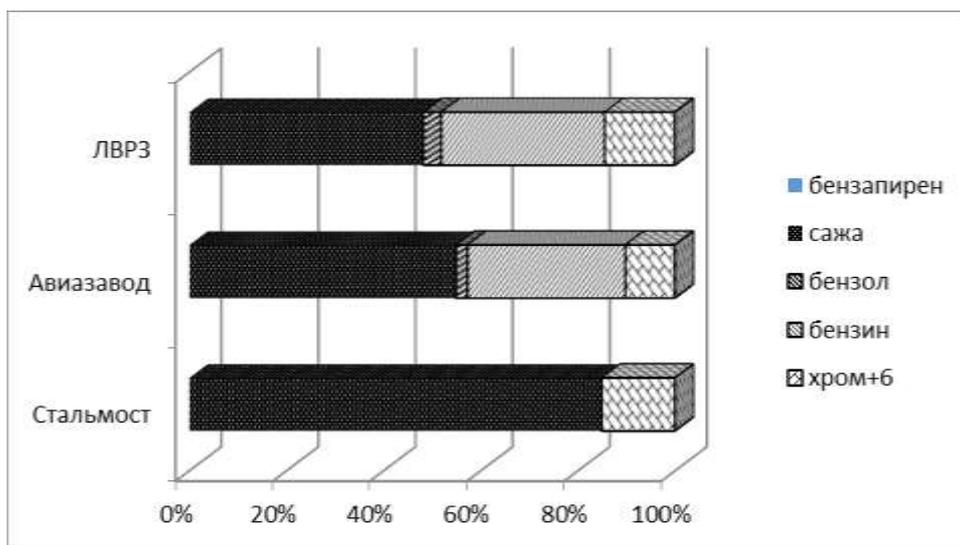


Рисунок 3.1.4 – Долевой вклад основных канцерогенов в суммарную канцерогенную опасность, %

### **3.2 Характеристика реализованного риска онкологической патологии у населения Республики Бурятия**

Оценку реализованного риска для различных групп населения проводят по частоте потерь здоровья, обусловленных злокачественными новообразованиями, преимущественно по показателям заболеваемости и смертности.

Средний по РБ показатель онкологической заболеваемости составил 221,6, квартильный размах (189,3-249,3) на 100 тысяч населения; смертности - 163,1 (148,7- 178,1) случаев на 100 тысяч (таблица 3.2.1). У населения чаще всего регистрируется злокачественные новообразования легких, трахеи, бронхов (33,3 случаев на 100 тысяч населения) и желудка (28,1 на 100 тысяч населения). По структуре онкозаболеваемости всего населения Республики Бурятия самыми распространенными являются злокачественные новообразования органов дыхания – 32,7%; органов пищеварения – 27,9%; мочеполовой системы – 15,4%.

В динамике средние показатели с «шагом 5 лет» представлены в таблице 3.2.2. Отмечено увеличение медианы первичной заболеваемости ЗНО за изучаемый период в 1,5 раза. Особенно выражен рост показателя по следующим локализациям: кровь и органы кроветворения - в 2,8 раза, мочеполовая система – в 2,8 раза, эндокринная система – в 2 раза, органы пищеварения – в 1,5 раза. Не имели статистически значимых различий в динамике показатели заболеваемости ЗНО желудка, костей и суставных хрящей, органов дыхания. На фоне роста заболеваемости выявлен и рост показателя смертности от ЗНО в 1,2 раза.

Таблица 3.2.1 – Средние показатели онкологической заболеваемости и смертности населения Республики Бурятия за 1991-2015 годы (на 100 тысяч населения)

Территории	Смертность	Заболеваемость, в т.ч. по приоритетным локализациям					
		всего	легкие	кожа	желудок	моче-половой системы	эндокринной системы
Баргузинский	161,9	241,4	38,1	18,8	34,0	43,9	19,7
Баунтовский	199,8	300,1	58,0	18,5	43,1	37,7	22,7
Бичурский	189,7	253,5	38,1	24,6	40,8	36,0	19,7
Джидинский	124,1	163,9	27,1	11,7	20,9	26,5	12,9
Еравнинский	137,9	173,5	34,4	10,1	24,2	25,9	14,7
Заиграевский	203,7	248,6	43,4	20,3	35,4	37,9	25,3
Закаменский	130,7	159,2	23,0	11,8	24,8	23,2	14,6
Иволгинский	148,7	190,1	29,3	12,3	20,5	33,7	15,8
Кабанский	192,6	264,3	44,8	24,9	41,4	36,1	25,7
Кижингинский	140,6	178,0	28,8	10,6	22,7	31,2	15,7
Курумканский	159,6	209,2	27,4	8,7	42,3	37,6	10,9
Кяхтинский	147,7	192,2	33,8	15,3	26,2	34,7	18,6
Мухор-шибирский	158,2	218,6	37,2	21,1	26,2	36,1	22,9
Окинский	81,5	106,8	8,0	0,0	26,4	19,2	4,0
Прибайкальский	194,9	250,8	44,2	19,4	32,7	42,0	23,9
Северо-Байкальский	147,9	241,8	42,1	19,5	19,0	31,6	23,9
Селенгинский	166,0	216,6	42,2	21,2	24,3	33,2	19,0
Тункинский	104,0	141,6	15,9	8,1	19,6	28,4	13,1
Тарбагатайский	216,1	286,3	44,7	33,4	45,1	41,5	21,5
Хоринский	152,5	197,2	35,9	14,0	29,1	31,5	21,1
Муйский	86,9	135,8	24,0	8,5	16,7	30,6	14,7
Улан-Удэ	164,7	237,5	30,6	20,6	23,7	36,2	28,4
средний уровень по РБ	163,1	221,6	33,3	18,8	28,1	35,3	22,8

Таблица 3.2.2 – Динамика онкологической заболеваемости населения Республики Бурятия (на 100 000 населения)

Злокачественные новообразования		1991-1995гг.	1996-2000гг.	2001-2005гг.	2006-2010гг.	2011-2015гг.
показатели	код по МКБ10	Ме (1-3Q)				
всего первичная заболеваемость, в т.ч. по локализациям	C00-D48	168,6 (130,3-206,2)	180,4 (134,4-222,4)	219,2 (176,7-266,4)	218,4 (180,9-265,5)	253,1 (209,2-290,6)
органы пищеварения	C15-C26	47,0 (36,6-65,3)	54,0 (39,8-71,2)	62,5 (49,2-80,7)	58,5 (45,1-73,7)	73,7 (58,9-90,4)
желудка	C16	26,6 (16,0-37,8)	28,3 (18,6-38,9)	30,9 (22,1-41,6)	25,9 (18,6-34,6)	25,8 (17,8-33,0)
органов дыхания	C30-C39	35,0 (22,3-46,3)	33,7 (23,7-45,4)	40,2 (26,6-50,6)	39,3 (27,7-50,4)	41,0 (28,7-54,0)
легких	C34	33,1 (20,3-41,2)	30,7 (21,0-40,5)	36,3 (24,7-45,7)	35,4 (26,1-48,2)	36,8 (25,6-49,6)
костей и суставных хрящей	C40-C41	3,5 (1,7-4,2)	3,3 (2,7-5,3)	3,4 (2,4-4,2)	2,7 (1,8-5,7)	1,4 (0,0-2,0)
кожи	C43-C44	12,8 (4,4-20,5)	10,6 (5,0-17,4)	17,9 (8,9-22,4)	17,2 (9,9-26,4)	17,5 (10,9-24,6)
органов мочеполовой системы	C51-C68	21,1 (12,4-26,1)	21,9 (16,1-27,1)	31,2 (22,1-42,5)	32,8 (23,7-41,0)	59,2 (41,8-74,4)
органов эндокринной системы	C73-C75	12,3 (6,1-17,7)	15,8 (9,6-21,0)	20,8 (13,6-26,8)	19,3 (12,9-25,7)	24,9 (17,5-34,0)
кровотворной ткани	C81-C96	3,6 (1,3-5,0)	4,7 (3,4-7,1)	7,8 (5,9-10,3)	7,6 (5,4-11,3)	10,2 (4,9-13,6)
прочих систем и органов		16,1 (4,8-24,7)	26,6 (17,1-36,8)	32,4 (21,8-45,8)	37,2 (28,5-48,2)	17,8 (11,9-25,3)
Онкологическая смертность	C00-D48	141,5 (117,3-167,5)	147,5 (117,0-176,2)	172,6 (124,8-202,9)	157,0 (128,5-185,0)	162,9 (135,4-186,9)

Расчет критериев для процентиль-профиля с учетом 95%-й вероятности позволил выявить границы ИСС, выход за пределы которых свидетельствует о статистически значимых различиях. Так, для заболеваемости нижний предел равен - 210, верхний - 290 случаев на 100 тысяч населения (рисунок 3.2.1); для смертности – 135 и 186 случаев смерти от злокачественных опухолей, соответственно (рисунок 3.2.2).

На территории РБ можно выделить районы, уровень заболеваемости ЗНО которых статистически значимо отличаются от среднего. Так, по средним показателям в 2011-2015 гг. к зонам риска следует отнести северные и северо-восточные территории РБ: Северо-Байкальский (на 40% выше верхней границы среднего показателя), Баунтовский (+23,7%), Баргузинский (+5,6%) районы, к наиболее благополучным – южные: Окинский (на 33,3% меньше нижней границы), Еравнинский (-17,2%), Закаменский (-14,7%).

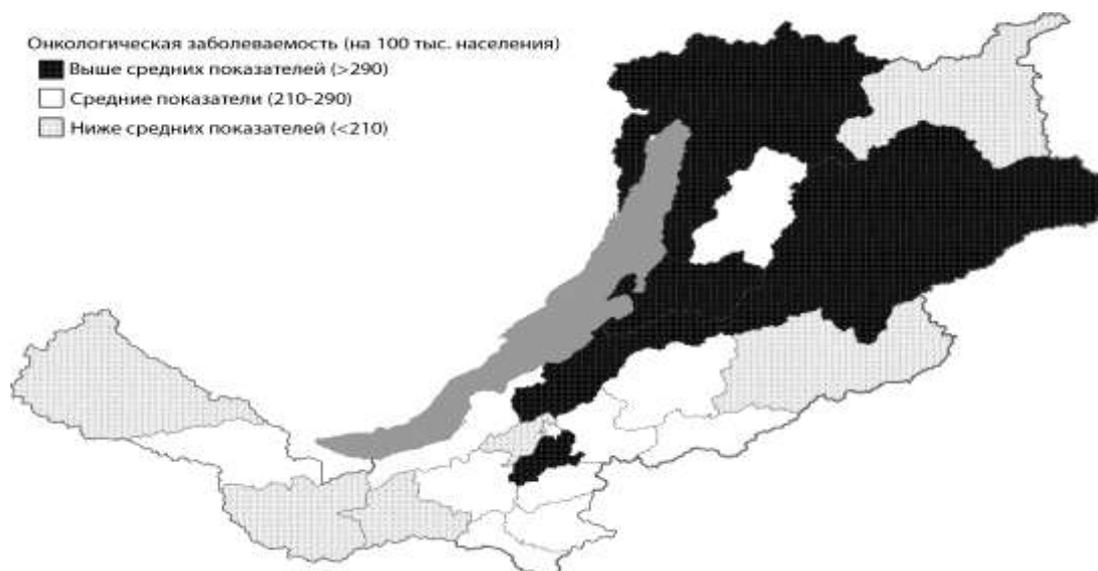


Рисунок 3.2.1– Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Республики Бурятия

По показателям смертности зоны риска представлены Кабанским и Баунтовским районами, где показатель смертности от ЗНО выше среднего на 28,3 и 20,9%, соответственно. В число территорий с низкими уровнями смертности вошли, как и по заболеваемости Окинский (-28,3%), Еравнинский (-19,0%), а также Муйский (-13,7%) районы.

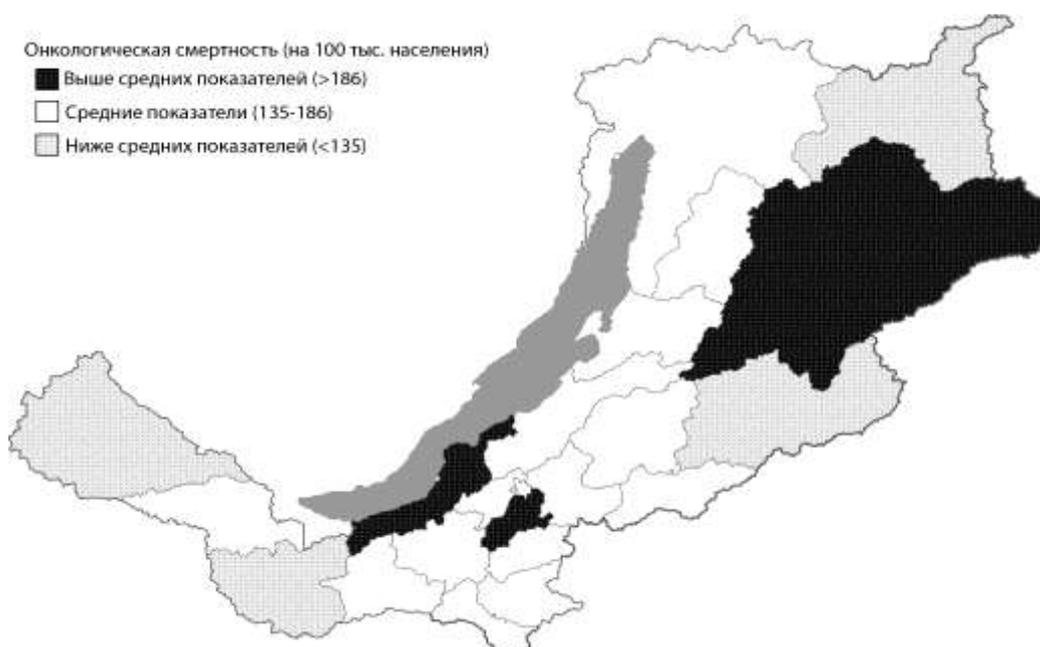


Рисунок 3.2.2 – Смертность от злокачественных новообразований населения Республики Бурятия

Внедрение ГИС-технологий в исследования не только по медицинской географии, но и в эпидемиологические, гигиенические проекты дает новые возможности анализа информации. С помощью геоинформационных систем пространственное распределение данных, в том числе по медико-демографическим показателям, позволяют визуально оценить и сравнить между собой различные территории, выявить зоны риска [Auchincloss A.H. et al., 2012; Musa G. J. et al., 2013; Salehi F. et al., 2017]. На разработанных нами картах видно, что в большинстве районов уровень онкологической заболеваемости ассоциирован с уровнем онкологической смертности, что подтверждено коэффициентом корреляции Пирсона ( $r=0,946$   $p=0,000$ ). На территориях РБ выявлен ряд районов с высокими уровнями и аномально низкими показателями, как смертности, так и заболеваемости на фоне малой численности населения, слабо развитой инфраструктуры, малодоступной квалифицированной медицинской помощи, что требует углубленного изучения воздействия канцерогенных и превентивных факторов на

население. Для территорий с высоким уровнем жизни, с повсеместно внедренными высокотехнологичными методами диагностики, своевременным оказанием медицинской помощи отмечается разнонаправленная поведенческая характеристика показателей заболеваемости и смертности: несмотря на высокую заболеваемость, наблюдается средний, либо низкий уровни смертности от онкологической патологии [Заридзе Д.Г. с соавт., 2018].

Среди населения РБ, как и в целом по РФ происходит увеличение показателей заболеваемости ЗНО, так с 1994 по 2015 год первичная заболеваемость увеличилась в 1,5 раза [Социально значимые заболевания..., 2016]. Вместе с тем, следует отметить, что если среди населения РФ в указанный период произошло снижение частоты ЗНО легких, трахеи, бронхов (с 46,8 до 41,2 случаев на 100 тыс. населения), желудка (с 36,2 до 25,8 на 100 тыс. населения), то в РБ, напротив, наблюдается рост ЗНО данных локализаций. Большими, чем в РФ темпами увеличивается заболеваемость ЗНО органов кроветворения (в 2,8 раза против 1,5, соответственно).

Кроме того, следует обратить внимание, что динамика медианы смертности от ЗНО имеет нелинейный характер и может быть представлена в виде полиномиального уравнения:  $Y_{Me}=10,37x^3+82,55x^2+200,18x+19,5$ , коэффициент аппроксимации ( $R^2=1$ ) свидетельствует об оптимальном описании динамики смертности. Вероятно, на территориях с наиболее высокими уровнями смертности, в первую очередь, в г. Улан-Удэ и промышленных центрах Кабанского района, изменились некоторые факторы, которые позволили снизить смертность населения. К числу таких факторов, опираясь на мнение отечественных и зарубежных исследователей, можем отнести улучшение оказания медицинской помощи [Аксенова И.А. с соавт., 2017; McCormack V. et al., 2013; Novanec J. et al., 2017]. Вместе с тем, динамика нижнего квартиля имеет линейный поступательный характер ( $Y_{Q1}=111,5+5,8x$ ;  $R^2=0,98$ ), что свидетельствует об общей негативной

тенденции для населения РБ и, возможно, связано с недостаточной доступностью ранней диагностики и лечения [Коробицын Б.А. с соавт., 2013; Агаркова О.А., Войт Л.Н., 2014; Писарева Л.Ф. с соавт., 2015].

Структура заболеваемости ЗНО населения РБ несколько отличается от среднероссийской, где ведущими локализациями в общей структуре онкологической заболеваемости являются: кожа (12,5%, с меланомой – 14,2%), молочная железа (11,5%), трахея, бронхи, легкое (10,1%), ободочная кишка (6,7%), предстательная железа (6,4%), желудок (6,2%) [Социально значимые заболевания]. У населения РБ чаще всего регистрируется злокачественные новообразования легких, трахеи, бронхов (15,5% от общего количества онкозаболеваний) и желудка (12,7%).

### **3.3 Сравнительная оценка онкологической патологии среди населения г. Улан-Удэ и районов Республики Бурятия**

В связи с высоким канцерогенным риском проведена оценка частоты онкопатологии в г. Улан-Удэ, где уровень средней многолетней впервые выявленной заболеваемости и смертности выше Республиканских показателей (таблица 3.3.1).

Таблица 3.3.1 – Показатели онкозаболеваемости и смертности от злокачественных новообразований населения Республики Бурятия (на 100 тысяч населения)

Показатель	Территория	Средний показатель	Темп прироста	Темп роста
Смертность	РБ	163,5	-11,7	2,5
	г. Улан-Удэ	166,2	-16,3	0,8
	Районы	162,1	-8,3	4,7
Заболеваемость всего	РБ	223,6	2,4	53,6
	г. Улан-Удэ	238,3	3,5	61,5
	Районы	214,9	1,5	48,1

Темпы роста заболеваемости всего населения имеют ярко выраженное увеличение, в городе Улан-Удэ (61,5), Республика Бурятия (53,6). Динамика заболеваемости от злокачественных новообразований характеризуется волнообразным течением, но имеет тенденцию к росту (рисунок 3.3.1). Тренды заболеваемости ЗНО описываются полиномиальными уравнениями, отражающими выраженный рост показателей в период 1992-2000 годов. Отметим, что среди населения г. Улан-Удэ рост заболеваемости ЗНО составил 58,1% (различия статистически значимы,  $p=0,000$ ), у жителей районов – 38,0% ( $p=0,001$ ). В течение 2001-2015 годов заболеваемость в Улан-Удэ стабилизировалась (283,5-288,3 случая на 100 тыс. населения), а в районах наблюдалась тенденция к росту (238,3±3,8 случая в 2001-2008 году, против 260,3±4,2 случая на 100 тыс. – в 2009-14 гг.,  $p=0,004$ ). Темпы роста заболеваемости всего населения имеют ярко выраженное увеличение (город Улан-Удэ 61,549, районы 48,144). Темпы прироста заболеваемости детей также указывают на убыль, но темп роста продолжает увеличиваться (таблица 3.3.2).

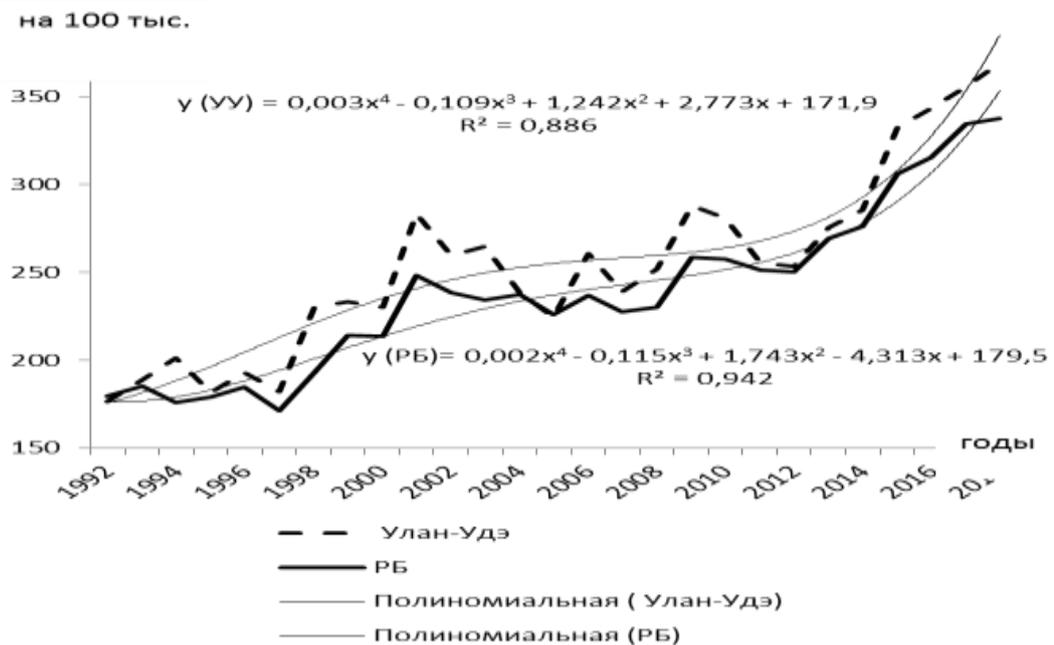


Рисунок 3.3.1 – Первичная заболеваемость злокачественными новообразованиями в г.Улан-Удэ и Республике Бурятия за 1992-2014 гг.

Средние показатели смертности в городе Улан-Удэ выше районных показателей смертности от злокачественных новообразований на 2,5%. По показателям смертности отмечается убыль (темп прироста в г. Улан-Удэ составил -16,3, в районах - 8,3). Однако темпы роста, несмотря на указанное, продолжают увеличиваться.

Таблица 3.3.2 – Характеристика онкологической заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований населения Республики Бурятия (1992-2014гг.)

Показатель	Территория	Средний показатель на 100 тысяч населения	Темп прироста	Темп роста
Смертность	РБ	163,5	-11,7	2,5
	г. Улан-Удэ	166,2	-16,3	0,8
	Районы	162,1	-8,3	4,7
Заболеваемость всего	РБ	223,6	2,4	53,6
	г. Улан-Удэ	238,3	3,5	61,5
	Районы	214,9	1,5	48,1

На рисунке 3.3.2 представлена структура заболеваемости ЗНО. Анализ структуры локализации злокачественных опухолей свидетельствует об отсутствии статистически значимых различий в группах жителей г. Улан-Удэ и административных районов РБ ( $p > 0,05$ ). По структуре онкозаболеваемости всего населения Республики Бурятия самыми распространенными являются злокачественные новообразования органов дыхания – 32,7% (29,4% - в структуре ЗНО населения г. Улан-Удэ, 35,3% - у жителей районов); органов пищеварения – 27,9% (25,8 и 29,3% , соответственно); мочеполовой системы – 15,4% (14,9% и 15,6%, соответственно). У населения чаще всего регистрируются злокачественные новообразования легких, трахеи, бронхов (33,8 случаев на 100 тысяч населения), что составляет 15,5% от общего

количества онкозаболеваний) и желудка (27,7 случаев на 100 тысяч населения) - 12,7% от общего количества онкозаболеваний. В городе Улан-Удэ чаще, чем в районах встречаются злокачественные опухоли молочной железы, кожи и ее придатков.

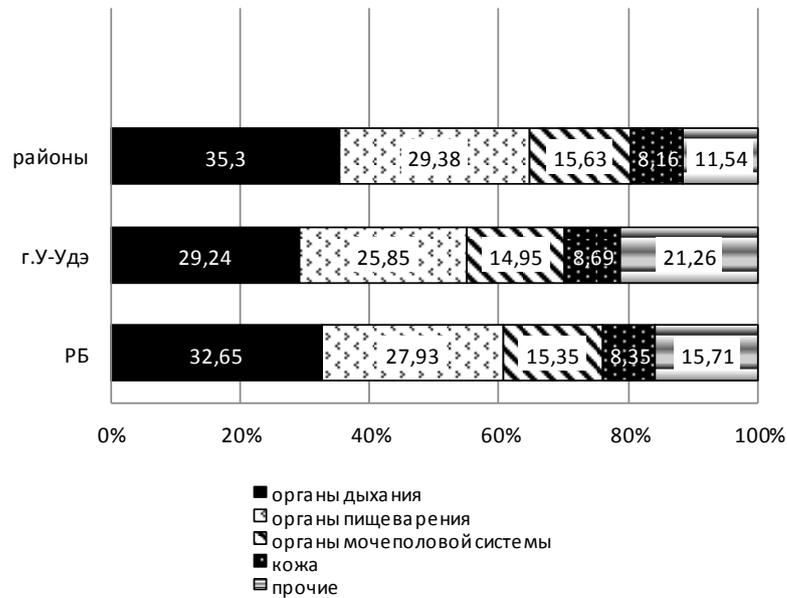


Рисунок 3.3.2 – Структура по локализациям заболеваемости населения в Республике Бурятия, г.Улан-Удэ, районов.

Была проведена иерархическая классификация данных по показателям онкозаболеваемости и смертности от ЗНО (рисунок 3.3.3). Установлено существование пяти кластеров: в первый кластер объединились Джидинский, Закаменский, Еравнинский и Кижингинский районы; во второй Окинский, Тункинский и Муйский районы; в третий Баргузинский, Северобайкальский районы и город Улан-Удэ; в четвертый Иволгинский, Хоринский, Курумканский, Мухоршибирский и Селенгинский районы; в пятый Баунтовский, Тарбагатайский, Бичурский, Прибайкальский, Кабанский и Заиграевский районы.

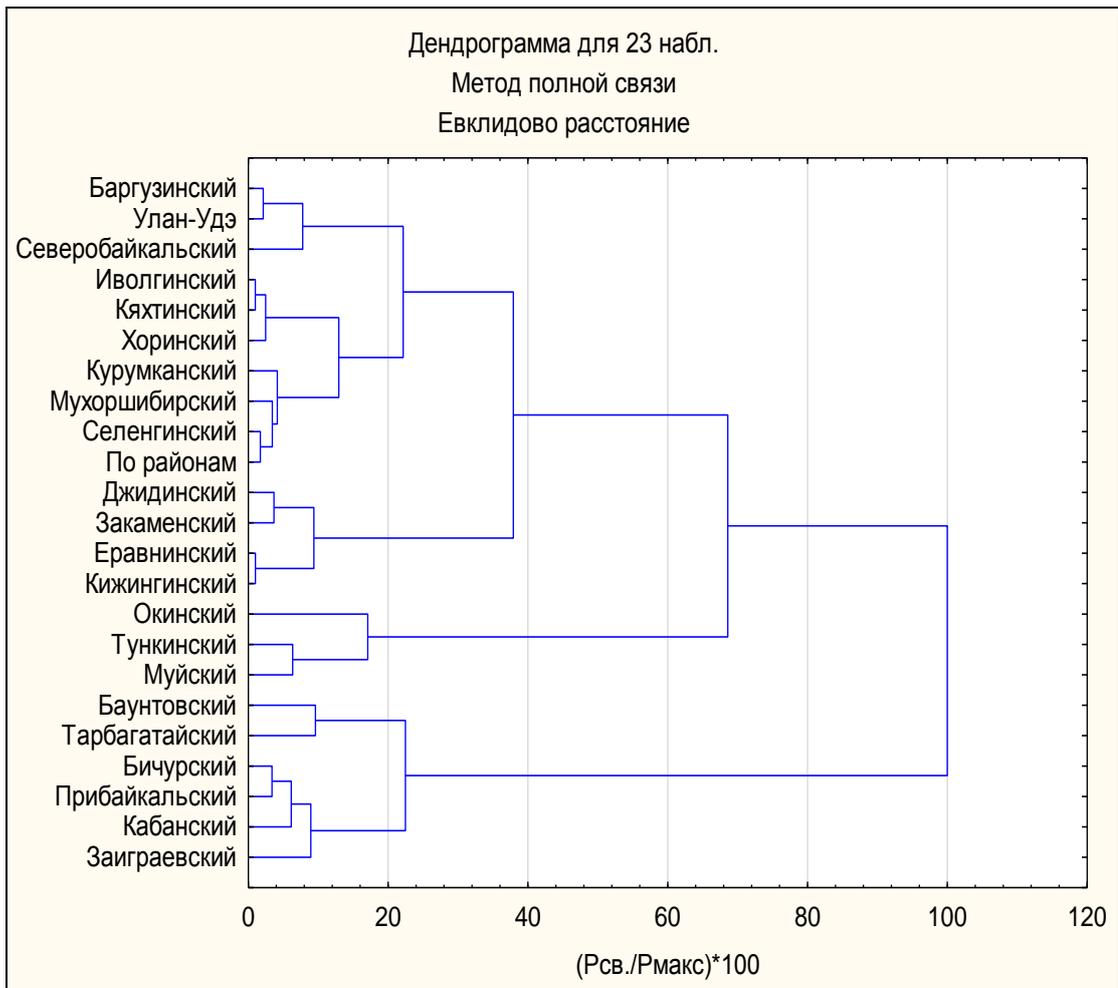


Рисунок 3.3.3 – Результаты иерархической классификации районов Республики Бурятия, г. Улан-Удэ по показателям онкозаболеваемости и смертности.

При анализе средних показателей онкозаболеваемости и смертности наилучшая ситуация во втором кластере самом малочисленном, районы расположены в горных малодоступных территориях. К зоне повышенного риска можно отнести территории, вошедшие в пятый кластер. В указанную зону попали, во-первых, районы близлежащие к административному центру РБ (Тарбагатайский и Заиграевский районы), во-вторых, расположенные вдоль железнодорожной магистрали (Кабанский, Прибайкальский районы), характеризующиеся наиболее высоким уровнем агропромышленного и социального развития.

## Глава 4. ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА УЛАН-УДЭ

### 4.1 Оценка канцерогенной экспозиции в городе Улан-Удэ

Государственный мониторинг БЦГМС свидетельствует, что среднегодовые концентрации превышали ПДК<sub>сс</sub> по следующим веществам: формальдегид в 1,5-2,9 раза, бенз(а)пирен в 2,6 -7,7 раза. В таблице 4.1.1 представлены средние концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Таблица 4.1.1– Среднегодовое содержание химических веществ в воздухе по постам (мкг/м<sup>3</sup>) за 2005-2015гг.

Территория города № поста, адрес	Загрязняющие вещества	ПДК <sub>сс</sub> (мкг/м <sup>3</sup> )	Средние концентрации ± ошибка средней, мкг/м <sup>3</sup>
Пост №1 (пр. 50 лет Октября)	формальдегид	10,0	7,5±1,64
	бенз(а)пирен	0,001	0,004±0,000
Пост №2 (ул. Бабушкина)	бенз(а)пирен	0,001	0,005±0,0011
	свинец	0,3	0,01±0,008
	никель	1,0	0,0003±0,000
	хром+6	1,5	0,015±0,001
	кадмий	0,3	н/о
Пост №4 (ул. Революции 1905г.)	свинец	0,3	0,02±0,007
	никель	1,0	0,01±0,001
	хром+6	1,5	0,018±0,008
	кадмий	0,3	0,01±0,007

Примечание – н/о - ниже предела обнаружения

Загрязняющие вещества из атмосферного воздуха вместе с осадками попадают в почву и поверхностные воды, включаются в биосферный круговорот и накапливаются в организме человека и природных биоценозах. В зимнее время влияние природных источников незначительно и основной вклад в загрязнение атмосферы вносят антропогенные источники –

промышленные предприятия и транспорт. Атмосферные загрязнения вместе со снеговыми осадками накапливаются в снеговом покрове, поэтому снеговые пробы являются удобным индикаторным объектом оценки состояния урбанизированной среды. Перечень канцерогенов, присутствующих в снеге, собранном в черте города, представлен в таблице 4.1.2. Наиболее высокие показатели и самый широкий спектр металлов зарегистрированы в точках по адресу ул. Бабушкина, ул. Ключевская, которые находятся вблизи крупных транспортных развязок. Высокие показатели мышьяка (0,00048 мг/л) в точке №6 - пос. Силикатный, которая характеризуется средними и низкими источниками загрязнения.

Таблица 4.1.2 – Содержание канцерогенов в снеговых пробах г. Улан-Удэ.

№ точки	Место отбора пробы	Содержание, мг/л	
		хром VI	мышьяк
1	ул. Советская, 43	0,066	0,00024
2	Кировский Завод	0,070	0,00025
3	п. Загорск	0,073	0,00031
4	проспект Строителей	0,075	0,0003
5	ул. Ключевская	0,084	0,00029
6	п. Силикатный	0,079	0,00048
7	ул. Мерецкова	0,088	0,00031
8	п. Заречный автотранспортная	0,085	0,00016
9	ул. 50-лет Октября	0,090	< 0,00016
10	ул. Бабушкина	0,090	0,00031
11	ул. Революции 1905	0,095	0,00026
12	фон	0,097	0,00023

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) образуются преимущественно в процессах неполного сгорания топлива. Благодаря

повсеместному распространению процессов горения различных видов топлива (твердого, жидкого и газообразного), существует опасность накопления ПАУ в объектах окружающей среды. Опасность указанных веществ обусловлена их устойчивостью в окружающей среде [Белых Л.И. с соавт., 2004; Белых Л.И. с соавт., 2017], высокими мутагенными и канцерогенными свойствами [Bosetti C. Et al., 2007; Pesatori A.C.et al., 2013]. Результаты определения ПАУ в твердой и жидкой фазах снеговых вод представлены в Приложении В и на рисунке 4.1.1. Установлено что определяемые ПАУ в больших количествах содержатся в пробах твердой фазы: фенантрен – 6,07; флуорантен – 3,21; пирен – 2,69. В жидкой фазе максимальные концентрации получены для следующих ПАУ: фенантрен 0,383; флуорен – 0,157; флуорантен – 0,126.

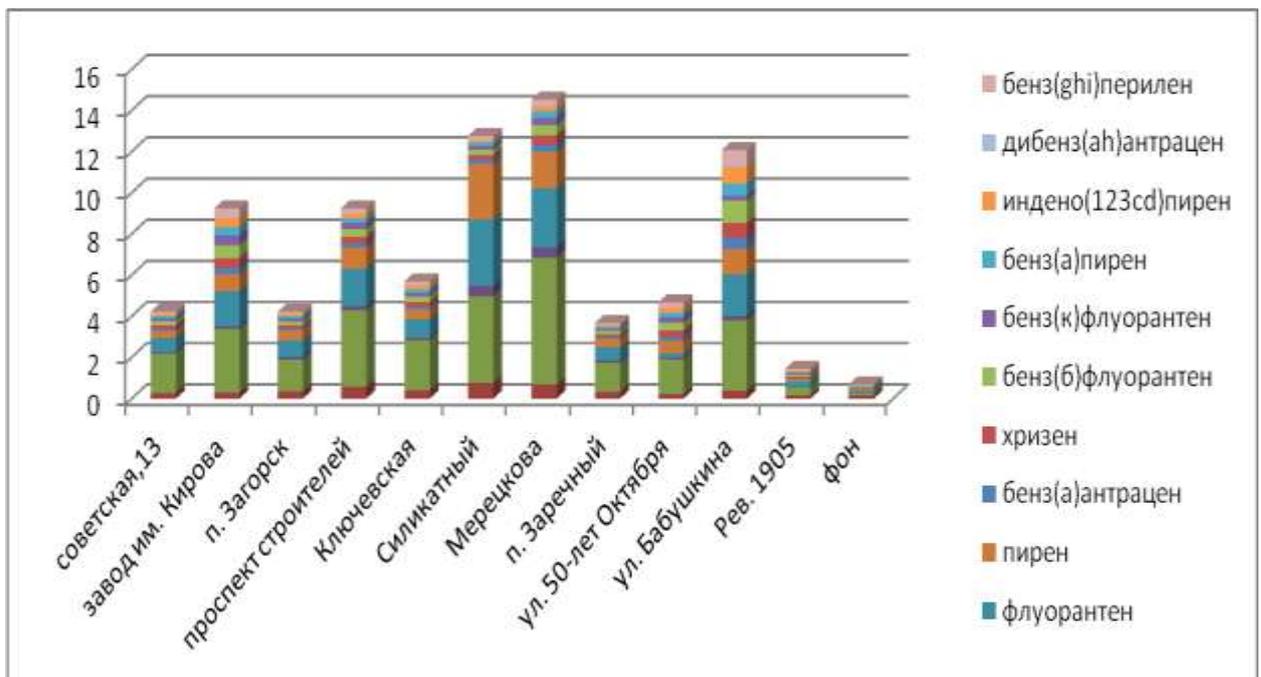


Рисунок 4.1.1 – Содержание полиароматических углеводородов в снеговом покрове г.Улан-Удэ (мкг/дм<sup>3</sup>)

В сумме ПАУ водорастворимой фракции больше всего содержится флюорена – 34%, фенантрена – 32,3%, флуорантена – 14,3%. А среди неводорастворимых ПАУ преобладали: фенантрен – 36,7%, флуорантен – 18,7% и пирен – 12,5%. (таблица 4.1.3). Минимальное содержание суммы

ПАУ - 0,69 обнаружено в фоновой пробе. Максимальное содержание суммы ПАУ – 14,5 мкг/дм<sup>3</sup> зафиксировано в пробе, отобранной в точке по ул. Мерецкова, находящейся под влиянием выбросов угольной котельной и низких источников выбросов частного сектора, расположенных с наветренной стороны в 190 м и 70 м, соответственно. Основной вклад в суммарную величину ПАУ вносят фенантрен 42,1% (концентрация – 6,1 мкг/дм<sup>3</sup>), изомеры – флуорантен 20,0 % (2,9 мкг/дм<sup>3</sup>) и пирен 12,4% (1,8 мкг/дм<sup>3</sup>).

Таблица 4.1.3 – Среднее содержание полициклических ароматических углеводородов в снеговых пробах Улан-Удэ

ПАУ	Содержание	
	мкг/дм <sup>3</sup>	%
флуорен	4,6	5,6
фенантрен	30,1	36,7
антрацен	2,1	2,6
флуорантен	15,2	18,5
пирен	10,1	12,3
бенз(а)антрацен	2,1	2,6
хризен	3,4	4,1
бенз(б)флуорантен	4,2	5,1
бенз(а)пирен	2,5	3,1
всего	82,5	100

Состав ПАУ в жидкой и твердой фракциях не отличались в целом от среднего состава проб, отобранных в г. Улан-Удэ ( $\chi^2=0,447$ ,  $p=0,98$ ;  $\chi^2=5,491$ ,  $p=0,41$ ). В точках отбора проб: Кирпичный Завод, проспект Строителей, ул. Ключевская, п. Силикатный, улица 50 лет Октября – жидкая фаза ПАУ ассоциированы с твердой фазой ПАУ, что подтверждается коэффициентами корреляции Пирсона ( $r_{xy}=0.44 - 0.62$ ,  $p<0.05$ ). Это дает право предположить, что загрязнение в этих точках связано с одним источником - выхлопными

газами автотранспорта. В остальных точках отбора расположены источники средних и низких выбросов химических веществ. При изучении состава ПАУ выявлено, что бенз(а)пирен, принятый как индикатор ПАУ, не вполне адекватно отражает концентрации веществ, составляющих наибольшую долю ПАУ, коэффициент корреляции с флуореном составляет 0,44 ( $p > 0,05$ ), фенантреном 0,75 ( $p < 0,05$ ), флуорантеном 0,70 ( $p > 0,05$ ). Гораздо ближе связи между бенз(а)пиреном и другими ПАУ - бенз(а)антраценом, бенз(б)флуорантеном, дибенз(аh)антраценом, бенз(ghi)периленом  $r_{xy} = 0,98 - 0,99$ , ( $p < 0,01$ ).

Эксперты МАИР рекомендуют при оценке канцерогенной опасности учитывать особенности твердых частиц (PM), находящихся в воздушной среде. Многолетние наблюдения за содержанием взвешенных веществ в атмосферном воздухе на постах БЦГМС свидетельствуют, что в точках 9-11, постоянно регистрируется превышение ПДКсс по среднегодовым концентрациям (таблица 4.1.4).

Таблица 4.1.4 – Содержание взвешенных веществ в приземном слое атмосферного воздуха г. Улан-Удэ (среднее 2009-2015 гг.)

Точка отбора, адрес	Среднегодовая концентрация	Ошибка среднего	Кратность ПДКсс
№ 9, ул. 50 лет Октября	0,223	0,00003	1,5
№ 10, ул. Бабушкина	0,257	0,00003	1,7
№ 11, ул. Революции 1905 г.	0,258	0,00001	1,7

Результаты анализа гранулометрического состава частиц, взвешенных в атмосферном воздухе г.Улан-Удэ, приведены в таблице 4.1.5. В первую очередь, рассмотрим результаты в точке отбора № 12, которую считаем фоновой. Необходимо отметить, что содержание твёрдых частиц в диапазоне 1-10 мкм в пробе из этой точки достигает 22,8 % от общего количества, что превышает показатели из некоторых других точек, расположенных в

городской черте. Согласно полученным данным, содержание в воздухе города частиц в диапазоне от 1 до 10 мкм не превышает 38,7 %, максимальные значения получены в точке № 11, расположенной на ул. Революции 1905 года.

Таблица 4.1.5 – Результаты гранулометрического анализа атмосферных взвесей в исследуемых диапазонах (пробы снегового покрова)

№ точки отбора	Диапазоны размеров частиц, мкм						
	≤ 1	1,1-10	10,1-50	50,1-100	100,1-399,9	400,1-700	> 700
1	11,9	24,7	28,1	9,5	4,7	6,2	14,9
2	2,5	16,7	48,2	22,4	2,7	6,7	0,8
3	2,3	14	23	18,8	28,3	12,9	0,7
4	3,4	22,3	57,2	11,5	5,2	0,4	0
5	3,7	24,0	60,9	11,3	0,1	0	0
6	1,7	9,1	41,9	31,5	15,8	0	0
7	1,8	14,6	44,9	27,9	10,8	0	0
8	2	15,8	21,8	11,8	22,6	20,9	5,1
9	2,6	16,8	55,8	15,3	7,5	2	0
10	3,5	20,3	58,0	17,9	0,3	0	0
11	4,9	38,7	49,2	2,9	0	0,1	4,2
12	3	22,8	4	0,3	18,2	27,9	23,8

Максимальная доля частиц в диапазоне менее 1 мкм (11,9%) и крупных частиц (более 700,0 мкм - 14,9%) характерна для точки №1. Пробы, из точек №№ 2,6,7 отличаются наиболее высокой долей частиц размером 50-100 мкм ( $27,3 \pm 4,6\%$  от общего количества, что статистически значимо отличается от гранулометрического состава фоновой пробы ( $p=0,023$ )). Самое большое количество точек, расположенных в основной части города (за исключением административного центра, т. №1), преимущественно содержит частицы диапазона 10,1-50 ( $p=0,000$ ). Состав проб из точек промышленных поселков (Загорье и Заречный), характеризуется приблизительно равным составом твердых частиц в диапазонах от 1 до 700 мкм (от 14,9 до 25,4% от общего количества).

Взвешенные частицы, особенно с малым диаметром, при проникновении в органы дыхания человека приводят к нарушению системы дыхания и кровообращения. Вдыхаемые твердые частицы влияют как непосредственно на респираторный тракт, так и на другие органы за счёт токсического воздействия входящих в состав частиц различных компонентов. PM<sub>10</sub> составляют обычно 40–70 % от общего числа взвешенных частиц [Мониторинг качества атмосферного воздуха..., 2001]. По результатам представленных нами исследований, в г.Улан-Удэ отмечается другой гранулометрический состав: частицы размером менее 10 мкм в большинстве точек не превышают 28% от общего количества. «Соответствует» данным наблюдений Европейского бюро ВОЗ лишь точка №11 (44,6%), на которой возможным источником загрязнения твердыми частицами может являться расположенная в непосредственной близости железная дорога. Круглосуточно действующий железнодорожный узел включает следующие источники выбросов в воздушный бассейн: железнодорожные локомотивы, в том числе с дизельными двигателями, дорожное и внедорожное погрузочное и другое оборудование, а также типичные дорожные транспортные средства. Твердые частицы дизельного топлива являются доминирующим загрязнителем воздуха, хотя токсичные вещества для воздуха (например, бензол и 1,3-бутадиен) также выделяются в небольших количествах [Spencer-Nwang R. at al., 2014, 2015; Kanyathare B. at al., 2018]. Наибольшая доля ультрамелких частиц (менее 1 мкм) составила 11,9% в точке №1, находящейся под воздействием высоких источников выбросов: в 880 м на северо-восток расположен локомотивовагоноремонтный завод, в 1140 м на восток - ТЭЦ-1. Пробы, отобранные в фоновой точке, характеризуются преобладанием частиц крупного размера, что, вероятно связано с неполным сгоранием твёрдого топлива в печах частного жилого сектора.

Обобщая результаты анализа снеговых проб, выделим наиболее интересные в гигиеническом плане точки. Формула накопления канцерогенов в зоне влияния авиазавода (точка № 3, поселок Загорье)

выглядит следующим образом: Cr2.3As4.4ПАУ202, при этом доля мелкодисперсных фракций взвешенных веществ ниже, чем в фоновой точке (PM<sub>1</sub>0,8PM<sub>10</sub>0,6). В зоне совместного воздействия крупной автотрассы и продуктов неполного сжигания топлива в печах частных домов (точка № 6, поселок Силикатный) отмечено значительное содержание некоторых металлов и ПАУ: Cr2.5As6.9ПАУ297 (PM<sub>1</sub>0,6PM<sub>10</sub>0,4). Эти данные не противоречат наблюдениям о высокой экспозиции твердыми частицами при использовании печей в бытовых целях [McNamara M. at al., 2011; Wong C.M. at al., 2016].

В точке № 4, относящейся к «условно чистой» территории с многоэтажной застройкой, удаленной от ТЭЦ на 3-5 км, загрязнение снега металлами на площадках пребывания детей относительно невелико, но наблюдается большое количество ПАУ: Cr2.3As4.3ПАУ315, однако при этом среди взвешенных веществ увеличивается доля мелких фракций (PM<sub>1</sub>1,1PM<sub>10</sub>1). К числу наиболее экспонированных территорий города Улан-Удэ следует отнести точки в центре города, характеризующиеся комплексным воздействием: точка № 10 (ул. Бабушкина) Cr2As4.4ПАУ294 и PM<sub>1</sub>1,6PM<sub>10</sub>1,7 и точка № 5 (ул. Ключевская) Cr2.6 As4.1ПАУ135 и PM<sub>1</sub>1,2PM<sub>10</sub>1,0. Точки №1, 9 и 11 в течение изучаемого периода подвергались наименьшему выпадению химических примесей: кратность превышения фона по хрому от 2,1 до 3,0, мышьяку от 0 до 3,7, ПАУ от 45 до 131.

Таким образом, вокруг административно-промышленного центра техногенные ареолы загрязнения снежного покрова до 11 раз превышают фоновый уровень содержания металлов и более чем в 300 раз – содержания ПАУ. Снеговой покров обладает высокой сорбционной способностью и поглощает из атмосферного воздуха значительную часть продуктов техногенеза, поэтому анализ состава снеговой воды может применяться как метод экспрессной оценки состояния среды на территориях с устойчивым снеговым покровом.

Так как состав снегового покрова отражает состояние природных и антропогенных факторов изменения атмосферных выпадений, то данный метод может применяться для мониторинга и прогнозирования загрязнения окружающей среды, в том числе для решения задач оценки риска при идентификации опасности, выборе «зон риска» для углубленного исследования. В то же время данный метод имеет ряд ограничений для его широкого использования. Во-первых, он информативен как критерий хронического воздействия только на территориях с длительным стойким снежным покровом; во-вторых, в настоящее время не разработаны гигиенические нормативы, регламентирующие безопасный уровень воздействия на человека; в-третьих, точки наблюдения за загрязнением снегового покрова должны быть обоснованы с учетом характера застройки.

Другим важным путем поступления химических веществ в организм является пероральный, связанный с потреблением питьевой воды и продуктов питания. В таблице 4.1.6 представлены средние концентрации канцерогенов в питьевой воде и продуктах питания, что обуславливает возможность поступления их в организм человека пероральным путем

Таблица 4.1.6 – Средние концентрации химических веществ, поступающих пероральным путем в г.Улан-Удэ за 1996-2016гг. (мг/кг)

Транспортирующий продукт	Мышьяк	Свинец	Кадмий	Бериллий
питьевая вода	0,0001±0,00001	0,003±0,005	0,0009±0,00008	0,000008±0,000001
мясо	0,0009±0,0002	0,049±0,001	0,003±0,0007	н/д
яйца	0,0012±0,0001	0,02±0,004	0,0014±0,0003	н/д
молоко	0,0002±0,0000	0,015±0,001	0,0009±0,0001	н/д
хлеб	0,0004±0,0001	0,072±0,003	0,002±0,0008	н/д
рыба	0,0098±0,0003	0,056±0,005	0,0066±0,0001	н/д
картофель	0,003±0,0005	0,031±0,002	0,045±0,005	н/д
плодоовощная продукция	0,0003±0,0001	0,068±0,001	0,003±0,0006	н/д

Примечание – н/д - нет данных

По результатам химического анализа проб пищевых продуктов, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию в них канцерогенов не выявлено. Однако следует отметить, что в хлебе, хлебобулочных и макаронных изделиях, плодоовощной продукции, рыбе содержится достаточно большое количество свинца. Мышьяк преимущественно накапливается в рыбе, яйцах, картофеле. Кадмий может представлять некоторую опасность в связи с накоплением в картофеле.

## **4.2 Оценка многосредового канцерогенного риска для населения**

### **г. Улан-Удэ**

По данным Бурятского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды наиболее напряженная ситуация по уровню загрязнения атмосферного воздуха складывается в г.Улан-Удэ. В 2014-16 годах уровень загрязнения атмосферы оценивается как очень высокий в связи с чем, г. Улан-Удэ включен в приоритетный список городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Среди основных направлений практического использования оценки риска при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, особое значение имеет ранжирование территорий по уровням загрязнения и опасности для здоровья населения на любом участке административного деления; первоочередное регулирование источников и факторов риска, представляющих наибольшую угрозу здоровью населения. Идентификация канцерогенной опасности свидетельствует, что именно территория г. Улан-Удэ относится к зонам риска, поэтому оценка многосредового риска проведена именно для населения столицы Республики Бурятия.

Оценка канцерогенного риска для жителей отдельных районов Улан-Удэ при ингаляционном пути поступления представлена в таблице 4.2.1. По имеющимся данным о количестве содержащихся канцерогенных веществ в

атмосферном воздухе и количестве жителей в отдельных районах города Улан-Удэ (население «привязанное» к постам наблюдения) рассчитаны риски возникновения злокачественных новообразований.

Таблица 4.2.1 – Характеристика ингаляционного канцерогенного риска для населения различных районов г. Улан-Удэ за 2005-2015гг.

Наименование поста	Химическое вещество	Средние концентрации	Sfi	Uri	ICR	% вклада	Население*	PUR
Пост №1 БЦГМС	Бенз(а)пирен	0,0000034	3,9	1,11	3,8E-06	0,7	19331	7,42E-02
	Формальдегид	0,0075	0,046	0,01	9,8E-05	19,2	19331	1,91E+00
	<b>ΣICR</b>				<b>1,01 E-04</b>			<b>1,98 E+00</b>
Пост №2 БЦГМС	Бенз(а)пирен	0,000005	3,9	1,11	5,1E-06	1,0	2634	1,35E-02
	Никель	0,0000003	0,84	0,24	6,0 E-07	0,01	2634	1,58E-04
	Свинец	0,00001	0,042	0,01	1,4 E-07	0,03	2634	3,79E-04
	Хром VI	0,00002	42,0	12,0	1,8 E-04	35,6	2634	4,80E-01
	<b>ΣICR</b>				<b>1,85 E-04</b>			<b>0,49 E+00</b>
Пост №4 БЦГМС	Кадмий	0,000003	6,3	1,80	4,0 E-06	0,9	18657	8,40E-02
	Никель	0,00001	0,84	0,24	1,5 E-06	0,3	18657	2,78E-02
	Свинец	0,00002	0,042	0,01	2,6 E-06	0,05	18657	4,93E-03
	Хром VI	0,00002	42,0	12,0	2,2E-04	42,2	18657	4,03E+00
	<b>ΣICR</b>				<b>2,3 E-04</b>			<b>4,15 E+00</b>

Примечание – ΣICR - Суммарный канцерогенный риск; \* - население, проживающее на территории размещения поста наблюдения БЦГМС

Несмотря на то, что все изучаемые территории города входят в один диапазон (более 1 случая ЗНО в течение жизни на 1000 населения) остановимся на некоторых различиях. Наиболее высокий  $\Sigma ICR$  установлен для территории поста №4, где ведется контроль за содержанием четырех канцерогенов ( $\Sigma ICR=2,3 \text{ E-}04$ ). Незначительно меньше уровень канцерогенного риска для жителей района, прилегающего к посту №2 ( $\Sigma ICR =1,85\text{E-}04$ ). В районе, приближенном к посту №1, контролируют содержание в воздушном бассейне только двух веществ с бластомогенными свойствами, возможно, поэтому здесь минимальный уровень  $\Sigma ICR=1,01 \text{ E-}04$ . Выявлено, что при оценке канцерогенного риска для жителей центральной части города, где преобладающим является транспортное загрязнение (пост №1) индивидуальный канцерогенный риск был связан с воздействием формальдегида (0,000098), бенз(а)пирена (0,0000038), которые вносят в суммарный канцерогенный риск следующий вклад: 96,3% и 3,7%, соответственно.

Размещение поста №2 связано с оценкой влияния на воздушный бассейн города автотранспорта, поэтому в программу наблюдения включены не только бенз(а)пирен, но и некоторые металлы. Основной вклад в суммарный канцерогенный риск вносит  $\text{Cr}^{+6}$  (97.1%,  $ICR_i$  составил -  $1,8\text{E-}04$ ) Доля бенз(а)пирена в этом районе незначительно отличается от таковой в районе размещения поста №1 (2,7%,  $ICR_i = 5,1\text{E-}06$ ). Вклад свинца и никеля не превышает 0,2%, а их величины  $ICR_i$  соответствуют целевому уровню (риск развития меньше 1 случая на миллион экспонированного населения). Пост №4 ориентирован на контроль за выбросами предприятий. Среди регистрируемых канцерогенов основной вклад в  $ICR_i$  вносят:  $\text{Cr}^{+6}$  (97.2%,  $ICR$  составил - 0,00021), Cd (2,0%,  $ICR_i$  составил -  $4,5\text{E-}06$ ), Ni (0.7%,  $ICR_i$  составил -  $1,5\text{E-}06$ ).

Таким образом, суммарный канцерогенный риск, обусловленный ингаляционной экспозицией, во всех районах наблюдения г.Улан-Удэ входит в третий диапазон, который приемлем для профессиональных групп и

неприемлем для населения в целом. В зависимости от численности населения «привязанного» к посту наблюдения, популяционный риск максимален в более многочисленных районах: посты №4 (вероятно возникновение 4 дополнительных случаев ЗНО) и №1 (2 дополнительных случаев). Так как пост №2 характеризует район с численностью 2,6 тыс. человек, здесь ожидается «лишь» 0,45 дополнительного случая ЗНО.

Важным путем поступления химических веществ в организм является пероральный, связанный с потреблением питьевой воды и пищевых продуктов. Оценка перорального пути поступления проведена для всего населения в целом, так как более 62% населения города получает воду из единой системы централизованного водоснабжения.

Индивидуальный канцерогенный риск, связанный с потреблением питьевой воды в течение всей жизни входит во второй диапазон, который соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого ( $ICR=3,3E-05$ ). Ведущее место среди канцерогенов, поступающих пероральным путем с питьевой водой, занимает мышьяк (78%), определяющий высокий уровень канцерогенного риска ( $ICR_w=2,6E-05$ ). Значительный вклад в суммарную величину  $ICR_w$  вносят также кадмий (11,7%), и свинец (10%), а долевым вкладом загрязнения питьевой воды бериллием не превышает 1%.

Другим источником перорального поступления химических веществ является потребление пищевых продуктов (таблица 4.2.2). Канцерогенный риск, обусловленный поступлением кадмия, мышьяка и свинца составляет 0,00008 и определяется регулярным включением в рацион картофеля (33% от суммарного  $ICR_p$ ), мяса и мясопродуктов (19%), хлеба, хлебобулочных и крупяных продуктов (18%), плодоовощной продукции (15%) (рисунок 4.2.1).

Таблица 4.2.2 – Характеристика перорального канцерогенного риска для населения г.Улан-Удэ за 1996-2016гг.

Транспортирующий агент	Вещество	Icr	ICR суммарный
питьевая вода	мышьяк	2,6E-05	3,3E-05
	свинец	3,4E-06	
	бериллий	7,7E-07	
	кадмий	3,9E-06	
мясо	кадмий	4E-06	1,5E-05
	мышьяк	3,6E-06	
	свинец	7,2E-06	
яйца	кадмий	2,7E-07	1,0E-06
	мышьяк	8E-07	
	свинец	3E-08	
молоко	кадмий	4E-06	6,7E-06
	мышьяк	2,6E-06	
	свинец	5E-07	
хлеб	кадмий	8E-06	1,4E-05
	мышьяк	4,7E-06	
	свинец	1E-06	
рыба	кадмий	1E-06	4,7E-06
	мышьяк	3,6E-06	
	свинец	1E-07	
картофель	кадмий	2,3E-05	2,6E-05
	мышьяк	4E-07	
	свинец	2,8E-06	
плодоовощная продукция	кадмий	8E-06	1,2E-05
	мышьяк	2,7E-06	
	свинец	1E-06	



Рисунок 4.2.1 – Долевой вклад в индивидуальный канцерогенный риск для населения г.Улан-Удэ отдельных пищевых продуктов (%)

Наиболее опасным из изученных канцерогенов для населения г.Улан-Удэ может считаться кадмий, вклад которого в три раза выше, чем вклад мышьяка и свинца (60,4%, 23,6%, 16,0%, соответственно). Суммарный пероральный канцерогенный риск, обусловленный потреблением продуктов, находится в первом диапазоне ( $ICR_p=5,4E-05$ ), то есть соответствует целевому уровню, принятому в РФ и может считаться приемлемым для населения. Однако суммарный пероральный канцерогенный риск для жителей г.Улан-Удэ находится на границе допустимого уровня ( $ICR_{per os}=8,7E-05$ ).

Учитывая, что негативный канцерогенный эффект химического воздействия независимо от пути поступления может суммироваться, индивидуальный риск в течение всей жизни для населения г.Улан-Удэ находится в пределах больше, чем  $1 E-04$ , но менее  $1E-03$  приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. В зависимости от района проживания величина суммарного многосредового канцерогенного риска ( $ICR_{MS}$ ) составляет: в зоне поста №1  $ICR_{MS}=2,3E-04$ ; поста №2  $ICR_{MS}=2,7E-04$ ; поста №4  $ICR_{MS}=3,2E-04$ .

В среднем по городу ингаляционный канцерогенный риск составил  $1,9E-04$ . Долевые вклады отдельных путей поступления в суммарный многосредовой канцерогенный риск составили: атмосферный воздух 67,1%, питьевая вода – 14,1%, пищевых продукты – 17,7% (таблица 4.2.3)

Таблица 4.2.3 – Суммарные индивидуальные канцерогенные риски при поступлении канцерогенов с питьевой водой, пищевыми продуктами и атмосферным воздухом

	ICR	% вклада
Атмосферный воздух	$1,9E-04$	67,1
Питьевая вода	$4,0E-05$	14,1
Пищевые продукты	$5,3E-05$	17,7
Всего	$2,83E-04$	100

Оценки рисков содержат допущения и находятся под влиянием неопределённостей исходных данных наблюдения за содержанием химических загрязнений в различных объектах окружающей среды и пищевых продуктах, а также форм государственной статистической отчётности, что затрудняет обоснование зависимости уровня злокачественных новообразований от химической нагрузки, связанной с загрязнением окружающей среды.

Полученные нами результаты оценки канцерогенного риска для населения г.Улан-Удэ во многом корреспондируют с данными других исследователей. Так, при проведении работ в различных регионах РФ, в том числе СФО, УФО выявлено, что канцерогенные риски для населения находятся в большинстве случаев в третьем диапазоне. Уровни ингаляционных канцерогенных рисков от вредных химических веществ связаны с загрязнением атмосферного воздуха формальдегидом, хромом, бенз(а)пиреном, бензолом [Агеева Н. В. с соавт., 2013; Валеева Э.Р. с соавт., 2015; Судакова Е.В., 2015]. Пероральный путь поступления определяет уровень риска в зависимости от содержания мышьяка, свинца, бериллия,

хлороформа и других веществ. Отметим, что наиболее значимые для населения Улан-Удэ канцерогены считаются приоритетными токсикантами. Эксперты МАИР относят хром и его соединения к 1 группе канцерогенного риска для человека.

Независимый институт в рамках ВОЗ, занимающийся вопросами промышленной экологии и экотоксикологии (OECD), оценивая эффекты избирательной токсичности хрома, отмечает, что этот металл приводит к развитию рака легких, ЗНО в желудочно-кишечном тракте, возникновению дерматитов [Мамырбаев А.А., 2012; Genovese G. at al., 2015; Sadowski D.J. at al., 2016]. Длительное воздействие неорганического мышьяка, главным образом при питье загрязненной воды, потреблении пищи, приготовленной с использованием такой воды, может приводить к раку кожи, мочевого пузыря и легких. МАИР классифицирует мышьяк и соединения мышьяка в качестве доказанных канцерогенов для человека [Мышьяк. Инф. 2016]. В перечне наиболее опасных канцерогенов, особенно при поступлении с пищевыми продуктами, находятся также свинец и кадмий. Воздействие малых доз кадмия менее изучено, но именно с ним связывают генетические изменения в организме и возникновение злокачественных новообразований [Дзугкоева Ф.С. с соавт., 2015; Нио J. at al., 2017]. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий, разработка которых по снижению рисков для населения в этом случае должно основываться на углубленной оценке различных аспектов существующих проблем и установлении степени их приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам, характерным для Республики Бурятия.

#### **4.3 Оценка заболеваемости и смертности злокачественными новообразованиями населения г. Улан-Удэ**

Установлено, что впервые выявленная заболеваемость ЗНО среди населения Улан-Удэ составила  $24,5 \pm 0,4$  случая на 1000 человек, причем

показатель у мужчин, статистически значимо выше, чем у женщин (таблица 4.3.1).

Таблица 4.3.1 – Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения г.Улан-Удэ (на 1000 человек)

Группы Населения	Мужчины	Женщины	p=
Дети	1,1±0,5	1,1±0,5	0,99
Подростки	2,0±1,8	2,9±1,8	0,001
Трудоспособного Возраста	8,2±0,8	20,4±1,2	0,000
Старше Трудоспособного Возраста	62,7±0,6	47,7±0,9	0,000
Всего	26,0±0,7	23,3±0,6	0,003

Примечание – p - статистическая значимость различий между лицами мужского и женского пола

Вместе с тем, следует отметить, что гендерные различия проявляются только в группах подросткового и взрослого населения. Девушки болеют ЗНО чаще, чем юноши в 1,4 раза (2,9±1,8, против 2,0±1,8). Женщины трудоспособного возраста болеют ЗНО чаще, чем мужчины в 2,5 раза (20,4±1,2, против 8,2±0,8 случаев на 1000 человек соответствующего пола). В возрасте старше трудоспособного выявлена обратная зависимость: распространенность ЗНО у мужчин 1,3 раза больше, чем у женщин (62,7±0,6 и 47,7±0,9 %о соответственно). Очевидно, это связано с функциональной активностью репродуктивной сферы, так как эти локализации вносят основной вклад в показатели заболеваемости женщин трудоспособного возраста.

Коэффициент смертности населения по причине ЗНО составил в среднем за период 1,5±0,01 случаев на 1000 населения, причем среди женщин он ниже, чем среди мужчин (1,4±0,02, против 1,6±0,03, p=0,000).

Структура заболеваемости ЗНО населения г.Улан–Удэ по локализациям в целом совпадает с таковой по РФ [Заридзе Д.Г. с соавт.,

2018]. На первом месте находятся болезни органов пищеварения, причем ЗНО желудка занимает 10% от общего количества впервые выявленных заболеваний, прочие локализации – 16% (рисунок 4.3.1).

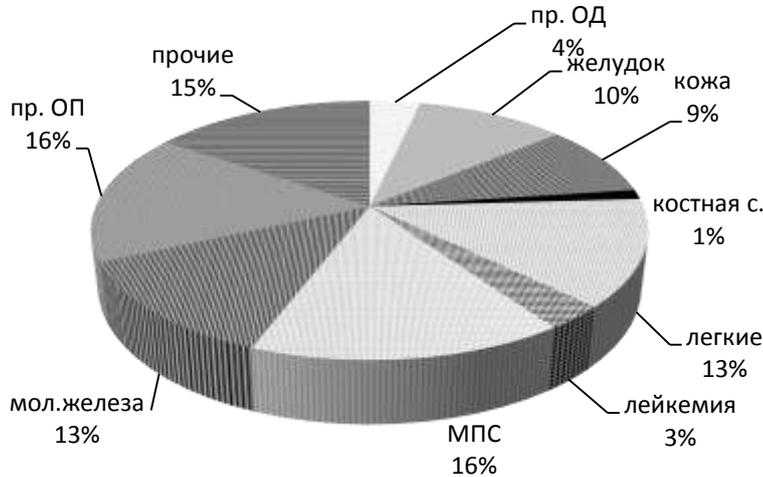


Рисунок 4.3.1 – Структура онкозаболеваемости по средним величинам за 1992-2014гг. населения г.Улан-Удэ, %

Второе место занимают ЗНО органов дыхания: рак трахеи, бронхов, легких -13%, прочих локализаций респираторного тракта – 4%. ЗНО мочеполовой системы составляют 16%, молочной железы – 13%.

Рассмотрим многолетнюю динамику показателей впервые выявленной заболеваемости ЗНО по основным локализациям, которые могут быть связаны с влиянием химических факторов среды и производства. Динамика ЗНО трахеи, бронхов, легких за изучаемый период не подчиняется математической функции. Так, спад 1992-99 годов (темп убыли составлял в среднем - 4,8%), сменился пиками 2000-01 годов (43,8 и 42,3 случая на 100 тыс. населения, прирост), затем вновь произошло снижение показателей (рисунок 4.3.2). Средний темп прироста за весь изучаемый период +2,7%.

на 100 тыс.  
населения

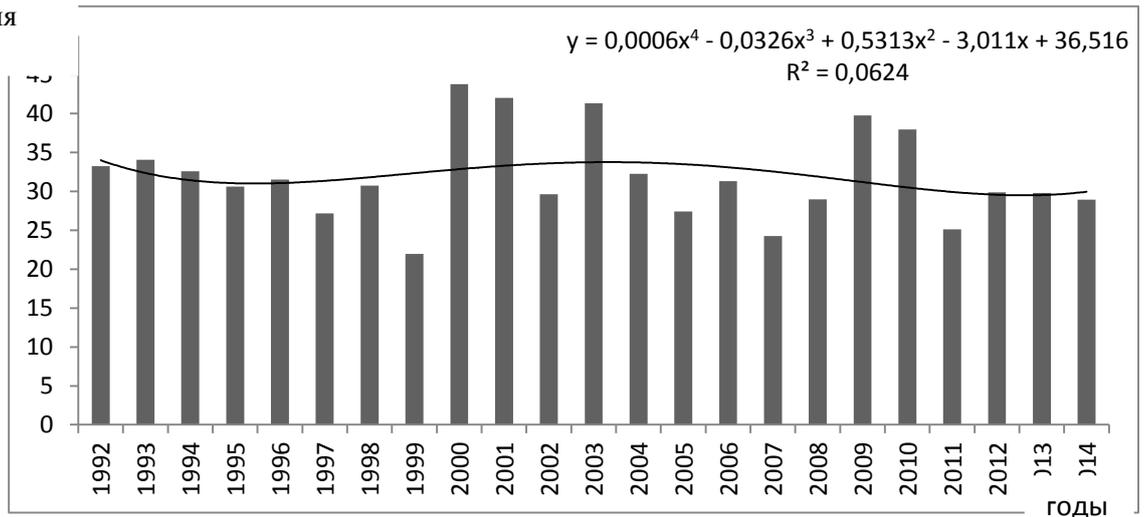


Рисунок 4.3.2 – Заболеваемость злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов, легких населения г.Улан-Удэ (на 100 тыс. населения)

Тренд впервые выявленной заболеваемости ЗНО желудка представлен на рисунке 4.3.3, характеризуется разнонаправленными процессами. Убыль показателя до 2000 года составляет -4,7%. В 2001 году произошло двукратное увеличение (до 36 случаев на 100 тыс. населения), а затем периоды снижения показателей сменялись умеренным увеличением. В среднем заболеваемость ЗНО желудка составляет 25,6 случаев на 100 тыс., темп прироста +2,3%.

на 100 тыс.  
населения

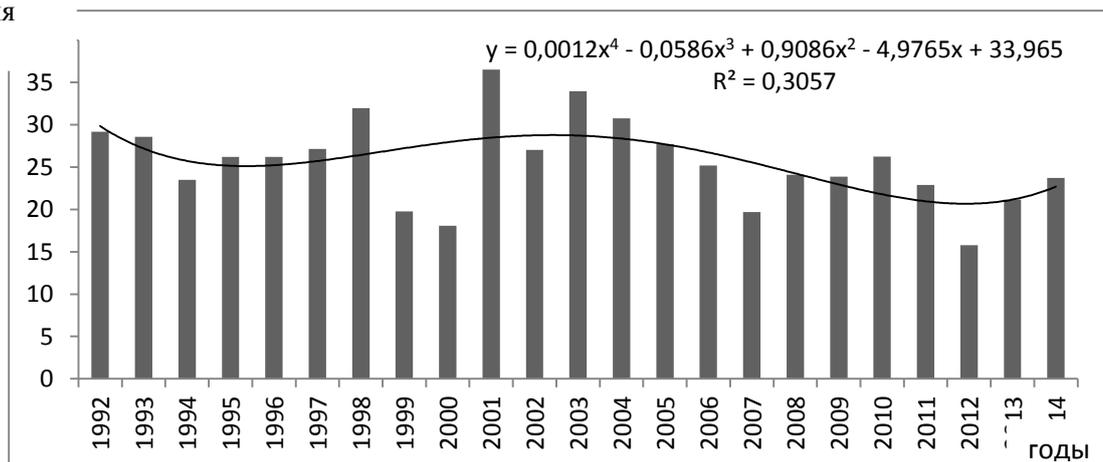


Рисунок 4.3.3 – Заболеваемость злокачественными новообразованиями желудка населения г.Улан-Удэ (на 100 тыс. населения)

Динамика впервые выявленной заболеваемости ЗНО кожи отличается другими процессами (рисунок 4.3.4). В период до 1998 года наблюдался рост

показателя (темпы прироста +13,7 %), затем заболеваемость резко упала (абсолютная убыль – 11,38 случаев), а с 2001 по 2014 год можно говорить о линейном росте (темпы прироста +9,4). Средняя многолетняя величина заболеваемости ЗНО кожных покровов составляет 21,5 случаев на 100 тыс., темпы прироста самый высокий +6,3%).

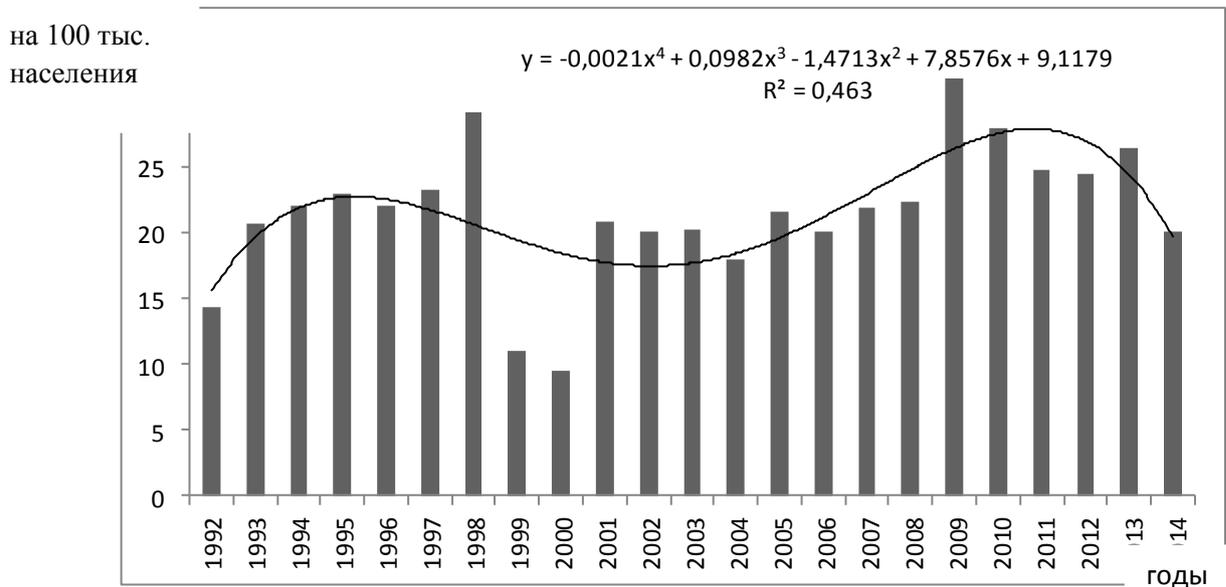


Рисунок 4.3.4 – Заболеваемость злокачественными новообразованиями кожных покровов населения г.Улан-Удэ ()

При проведении сравнительного анализа по территориальному признаку выявлено, что в группах детского и подросткового возраста статистически значимых различий не наблюдается. У взрослых наиболее высокие показатели характерны для населения, прикрепленного к ГБ 4. Так, распространенность ЗНО у трудоспособных мужчин составила  $14,1 \pm 0,3\%$ , что в 1,6-2,4 раза выше, чем в других районах города ( $p=0,000$ ).

У женщин различия выражены не так сильно, показатель в ГБ №4 ( $27,8 \pm 0,5\%$ ) превышает уровни, зарегистрированные в прочих ГБ в 1,2-1,7 раз ( $p=0,000$ ). У лиц старше трудоспособного возраста, прикрепленных к ГБ №4, распространенность составила  $66,5 \pm 1,4\%$  у мужчин и  $48,7 \pm 0,8\%$  у женщин, что не имеет значимых статистических различий от средних по городу величин ( $62,7 \pm 0,6$  и  $47,7 \pm 0,1\%$ , соответственно). В районе расположения ГП №3, который в соответствии с результатами,

представленными выше, условно можно считать наименее загрязненным выбросами стационарных источников, выявлены следующие уровни распространенности ЗНО: у взрослого мужского населения  $7,8 \pm 0,2$  ‰ в трудоспособном возрасте,  $55,6 \pm 1,2$  ‰ у лиц старше 60 лет; у женщин  $23,7 \pm 0,3$  ‰ и  $41,3 \pm 0,6$  ‰, соответственно. Для расчета эпидемиологического риска ЗНО и этиологической доли, связанной с местом проживания, в качестве фонового уровня показателя использовали данные по ГП №3.

Полученные результаты свидетельствуют об ассоциированности заболеваемости ЗНО с районом проживания для взрослого населения, прикрепленных к ГБ №4, за исключением женщин старше трудоспособного возраста (таблица 4.3.2).

Таблица 4.3.2 – Относительный риск заболеваемости злокачественных новообразований у взрослого населения отдельных территорий г.Улан-Удэ (2006-2016гг) RR(CI)

Территории	Трудоспособный возраст		Старше трудоспособного возраста	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
ГП №1	1,1 [0,9-1,3]	0,9 [0,8-1,0]	1,3 [1,1-1,6]	0,9 [0,8-1,0]
ГБ №2	0,9 [0,8-1,1]	0,7 [0,6-0,9]	1,1 [0,9-1,3]	0,8 [0,8-1,0]
ГБ №4	1,8 [1,5-2,2]	1,2 [1,1-1,3]	1,2 [1,0-1,4]	1,0 [0,9-1,1]
ГП №5	0,7 [0,5-1,0]	0,8 [0,7-1,0]	0,9 [0,7-1,3]	0,7 [0,6-0,8]
ГП №6	0,9 [0,8-1,2]	0,8 [0,7-0,9]	1,1 [0,9-1,3]	0,8 [0,7-0,9]

Статистически значимые уровни риска выявлены: для мужчин старше трудоспособного возраста ГП №1 (RR=1,3; EF=23,1%) и ГБ №4 (RR=1,2; EF=16,6%), что отражает малую обусловленность фактором «место проживания». Средний уровень значимости указанного фактора отмечен для мужчин трудоспособного возраста ГБ №4 (RR=1,8; EF=44,4%). Для женщин данной возрастной группы и мужчин старше трудоспособного возраста,

обслуживаемых в ГБ№4 риски статистически значимы, но вносят малый вклад в формирование уровня заболеваемости ЗНО ( $RR=1,2$ ;  $EF=16,7\%$ ).

Анализ структуры заболеваемости ЗНО показал, что по локализации опухолей группы взрослого населения ГБ №4 отличаются от структуры ЗНО по другим районам проживания ( $p<0,01$ ). Различия обусловлены большим удельным весом ЗНО органов дыхания и кроветворной системы. Установлено, что ГБ №4 обслуживает население, проживающее вблизи предприятий машиностроения. Территория, находящаяся в зоне влияния данных предприятий характеризуется «высоким» уровнем общетоксического риска от загрязнения атмосферного воздуха. На данных предприятиях в производственном процессе около 10% работающих контактируют с канцерогенами. Приоритетными канцерогенами указанных предприятий являются эпихлоргидрин, формальдегид,  $Cr^{+6}$  и кадмий.

Наличие групп риска, выявленных по территориальному признаку, подтверждено анализом условий окружающей среды на отдельных территориях города. Уровень индивидуального канцерогенного риска от многосредового воздействия на население составляет 0,000183 и соответствует третьему диапазону риска, т. е. является приемлемым для профессиональных групп и неприемлемым для населения в целом. Согласно классификации уровней риска С.М. Новикова с соавт. (2012), уровень индивидуального пожизненного канцерогенного многосредового риска для здоровья населения оценивается как «настораживающий». Ведущей средой по формированию суммарного канцерогенного риска при воздействии химических веществ является атмосферный воздух (52,1 %).

При сравнении риска смертности от ЗНО в зависимости от места жительства населения установлено, что минимальные уровни характерны для населения ГП№1, поэтому относительные риски рассчитаны в сравнении с данным показателем (таблица 4.3.3). Самые высокие показатели смертности от ЗНО зарегистрированы на территориях, обслуживаемых ГБ №3, ГП №4. Однако статистически значимые риски для отдельных территорий не

выявлены, что может быть связано, по нашему мнению, с незначительностью роли различий канцерогенной экспозиции в формировании уровня смертности жителей города. Некоторые авторы указывают на необходимость в подобных исследованиях анализа больших информационных массивов [Ситдикова И.Д. с соавт., 2014; Arney K. et al., 2018].

Таблица 4.3.3 – Относительный риск смертности от злокачественных новообразований населения Улан-Удэ (2006-2016гг) RR(CI)

№ ГУЗ	всего	C00-C26 органов пищева рения	C30-C39 органов дыхания	C43-44 меланома кожи	C64-68 мочевы водящих путей	C69-72 глаз, ЦНС	C81-96 крови, кроветв орной системы
1	фон						
2	0,9 (0,7- 1,2)	0,96 (0,7- 1,4)	0,9 (0,5- 1,5)	1,6 (0,3- 8,6)	0,9 (0,3- 2,5)	1,6 (0,3- 8,6)	1,0 (0,3- 3,7)
3	1,2 (0,9- 1,5)	1,2 (0,8- 1,8)	1,1 (0,6- 1,9)	1,7 (0,3- 10,5)	1,3 (0,6- 3,6)	1,7 (0,3- 10,5)	1,2 (0,3- 4,7)
4	1,2 (0,9- 1,6)	1,2 (0,7- 1,8)	1,2 (0,6- 2,3)	1,8 (0,3- 12,5)	1,5 (0,5- 4,5)	1,8 (0,3- 12,5)	1,8 (0,4- 7,0)
5	1,0 (0,7- 1,4)	0,9 (0,6- 1,6)	1,1 (0,6- 2,5)	1,3 (0,1- 14,6)	1,1 (0,3- 4,4)	1,3 (0,1- 14,6)	0,7 (0,1- 5,9)
6	0,9 (0,7- 1,2)	0,8 (0,5- 1,2)	0,9 (0,5- 1,6)	1,4 (0,2- 8,2)	0,9 (0,3- 2,6)	0,9 (0,1- 6,6)	0,9 (0,2- 3,7)

В структуре смертности от ЗНО по отдельным территориям статистически значимых различий не выявлено, в целом структура соответствует таковой по городу Улан-Удэ: преобладают локализации опухолевых процессов в органах пищеварения, дыхания. У женщин к числу приоритетных следует отнести ЗНО молочной железы и репродуктивных органов.

При анализе связи содержания канцерогенов в атмосферном воздухе с заболеваемостью ЗНО выявлено, что указанные явления имеют прямые положительные слабые и средние связи (таблица 4.3.4).

Таблица 4.3.4 – Корреляционные связи между показателями онкопатологии и загрязнением среды обитания канцерогенами в городе Улан-Удэ

Показатели	Коэффициенты корреляции Спирмена (уровень значимости)		
	Среднегодовые концентрации		ICR ингаляционный
	формальдегид	бензапирен	
Заболеваемость ЗНО	0,27 (p=0,3)	0,61(p=0,05)	0,2(p=0,6)
Заболеваемость ЗНО органов дыхания	0,39 ( p=0,2)	0,46(p=0,1)	0,3(p=0,3)
Смертность	-0,1 (p=0,8)	0,16(p=0,6)	0,4 (p=0,2)

Наибольшие величины зависимости характерны для бензапирена, кратность превышения ПДК в атмосферном воздухе находилась в изучаемый период в пределах 1,5-5,5. Так с первичной заболеваемость ЗНО всех локализаций  $r_{sp}= 0,61$  ( $p=0,05$ ), ЗНО легких, трахеи, бронхов  $r_{sp}= 0,46$  ( $p=0,1$ ). С индексом канцерогенной опасности, обусловленной загрязнением атмосферного воздуха, ассоциированы: первичная заболеваемость ЗНО ( $r_{sp}= 0,2$ ,  $p= 0,6$ ); онкозаболеваемость органов дыхания ( $r_{sp}=0,3$ ,  $p=0,2$ ); смертность от ЗНО ( $r_{sp}=0,4$ ,  $p=0,3$ ). Направленности силы связи совпадают с результатами ряда исследователей [Liu S. 2018; Емцева Е.Д. с соавт.,2019]. Отсутствие статистической значимости изучаемых явлений связано с особенностями мутагенных процессов (длительный латентный период). В связи с этим необходимо продолжить исследования, расширить динамические ряды наблюдений и подобрать адекватный математический аппарат, позволяющий изучать регрессионные связи с учетом лага.

К числу значимых факторов, определяющих распространенность онкопатологии среди популяции, относят возраст. При исследовании зависимостей в различных возрастных группах населения г.Улан-Удэ, рассматриваемых в разрезе поликлиник, отмечено, что с долей лиц старше трудоспособного возраста ассоциированы показатели смертности от ЗНО всех локализаций ( $r_{sp} = 0,34$ ,  $p = 0,1$ ); частота заболеваемости злокачественных опухолей легких трахеи, бронхов ( $0,42$ ,  $p = 0,05$ ); кожи ( $0,43$ ,  $p = 0,04$ ), всех локализаций ( $r_{sp} = 0,39$ ,  $p = 0,08$ ). С долей лиц возрастной группы 0-17 лет отмечены статистически значимые обратные зависимости ЗНО всех локализаций ( $r_{sp} = -0,46$ ,  $p = 0,04$ ), кожи ( $r_{sp} = -0,47$ ,  $p = 0,04$ ), эндокринной системы ( $r_{sp} = -0,50$ ,  $p = 0,04$ ).

Таким образом, среднегодовые концентрации химических примесей с канцерогенным эффектом в атмосферном воздухе Улан-Удэ превышали ПДКсс по следующим веществам: формальдегид в 1,5-2,9 раза, бенз(а)пирен в 2,6 -7,7 раза. На территории г. Улан-Удэ за зимний сезон формируются техногенные ареолы загрязнения снегового покрова, превышающие фоновый уровень содержания металлов до 11 раз, ПАУ более чем в 300. Суммарный индивидуальный риск в течение всей жизни для населения г.Улан-Удэ находится в пределах больше, чем  $1 \text{ E-}04$ , но менее  $1 \text{ E-}03$ , что оценивается, как приемлемый для профессиональных групп и неприемлемый для населения в целом. На территории города Улан-Удэ можно выделить группы риска развития злокачественных новообразований, к которым относится взрослое население, проживающее в районе, расположенном вблизи предприятий машиностроения. Для доказательства связи химического загрязнения внешней и производственной среды и риска онкопатологии необходимо провести исследования, позволяющие оценить уровень многосредовой дозы с учетом профессионального маршрута.

## **Глава 5. ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ**

В предыдущих главах представлены результаты оценки ICR для населения г.Улан-Удэ –  $5,48E-04$ , что является приемлемым только для профессиональных групп. Риски обусловлены преимущественно содержанием формальдегида, бенз(а)пирена и хрома в атмосферном воздухе. Как показал анализ литературных данных, воздействие канцерогенов в процессе производства может обуславливать достаточно высокий уровень экспозиции [Гурвич В.Б. с соавт., 2013; Серебряков П.В., 2015; Behrens T. et al., 2016; Havet N. et al., 2017]. В связи с этим необходимо рассмотреть уровни потенциального и реализованного канцерогенного риска на основных канцерогеноопасных предприятиях.

### **5.1 Оценка канцерогенного риска на крупных предприятиях по производству и ремонту транспортных средств**

Результаты анализа данных паспортов канцерогеноопасных производств представлены в таблице 5.1.1.

На *предприятии авиастроения (АЗ)* доля работников, контактирующих с канцерогенами в процессе производства, составила 10%, две трети из которых женщины, лица моложе 18 лет с канцерогенами не контактируют. К числу профессий, связанных с контактом с канцерогенами на данном предприятии относятся: монтажники электрооборудования, маляры, укладчики упаковщики (в которых заняты 50, 25 и 20 человек, соответственно). Наиболее часто работники контактируют со следующими канцерогенами: эпихлоргидрин – 29%, хром (VI) триоксид – 24%, формальдегид – 17% от числа лиц, отнесенных к канцерогеноопасным профессиям. С эпихлоргидрином и формальдегидом чаще контактируют женщины, что связано с профессиями: монтажник электрооборудования, маляр. Другим крупным канцерогеноопасным предприятием является ОАО

У-УППО, на котором контактируют с канцерогенами 8% от общего состава, в основном работающие в профессиях: монтажник электроаппаратуры и приборов (13 человек), слесарь-сборщик (13 человек), маляр (8 человек). Основными веществами с канцерогенным эффектом, характерными для данного предприятия, являются формальдегид (62,7% от общего числа работников, контактирующих с канцерогенами), эпихлоргидрин (50%), кадмий (14,8%).

Таблица 5.1.1 – Доля работников, экспонированных приоритетными производственными канцерогенами на предприятиях г.Улан-Удэ

Предприятие	приоритетные канцерогены	количество контактирующих работников	% экспонированных от всех работающих	% экспонированных от контактирующих
авиазавод	эпихлоргидрин	174	2,9	29,6
	хром IV	131	2,2	22,3
	формальдегид	101	1,7	17,2
приборостроительное производственное объединение	эпихлоргидрин	61	4,1	50,0
	хром IV	18	1,2	14,8
	формальдегид	82	5,5	67,2

В большинстве технологических процессов в производстве летательных аппаратов происходит контакт с канцерогенными веществами. Так, в металлургическом производстве при изготовлении литья, термической обработке деталей, пескоструйной обработке, окраске, хроматировании, нанесении различных покрытий, изготовлении деталей из реактопластов и резинотехнических изделий используются бериллий, кадмий, никель, хром VI, и их соединения, кремния диоксид кристаллический в форме кварца, бензол, эпихлоргидрин, винилхлорид, трихлорэтилен, асбест, акрилонитрил. В механосборочном производстве в процессе газовой резки, ацетиленовой и

электрогазосварке металла, шлифовании хромированных поверхностей возможно воздействие хрома VI, никеля. В производстве технологического оснащения происходит газовая резка металла, электросварка и газосварка металла, забивка каркасов пескомассой для изготовления слепков, приготовление эпоксидной смолы, полировка деталей оснастки из металла, в ходе которых вероятен контакт с кремния диоксидом кристаллическим (в форме кварца), формальдегидом, хромом VI. В агрегатно-сборочном, монтажно-испытательном и заготовительно-штамповочном производствах, цехах ремонта, комплектации и на других участках возможно воздействие триоксида хрома, формальдегида, асбеста.

Многолетние среднесменные концентрации канцерогенных веществ, зарегистрированных на различных рабочих местах, статистически значимо различаются и превышают ПДК, представленные в ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Так, наиболее высокое содержание хрома VI в воздухе рабочей зоны характерно для электросварщиков, плавильщиков, гальваников, маляров, формовщиков ( $0,08 \text{ мг/м}^3$ ), формальдегида - для маляров и вулканизаторщиков ( $0,9 \text{ мг/м}^3$ ), никеля - шлифовщиков ( $0,17 \text{ мг/м}^3$ ), кремния диоксида в форме кварца - обрубщиков, чистильщиков ( $6,2 \text{ мг/м}^3$ ).

Уровни ICR для основных канцерогенно опасных профессий на АЗ представлены в таблице 5.1.2. В связи с высокой потенциальной канцерогенной опасностью важно оценить ICR при одногодичном стаже по отдельным веществам и их сумме. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск при годовом стаже практически соответствует целевому уровню. Для большинства профессий АЗ наибольший вклад в индивидуальный канцерогенный риск вносят хром<sup>+6</sup> (94-99%) и никель (0,5-4%), но для вулканизаторщиков максимальную опасность представляет воздействие формальдегида (97%) и, в меньшей степени, хрома - 2,3% (различия статистически значимы,  $p=0,01$ ).

Таблица 5.1.2 - Расчетные величины индивидуальных канцерогенных рисков и продолжительности максимально приемлемого стажа для работников канцерогеноопасных профессий

Группы профессий		Канцерогенные вещества					$\Sigma$ ICR	приемлемый стаж, лет
		бенз(а)пирен SF <sub>i</sub> =3.9	формальдегид SF <sub>i</sub> =0.46	Ni SF <sub>i</sub> =0.84	Pb SF <sub>i</sub> =0.042	Cr VI SF <sub>i</sub> =42		
Плавильщик, формовщик, маляр, гальваник	ICR1	5,3E-10	1,2 E-8	8,6 E-12	1,4 E-11	3,2 E-6	6,21E-6	6,5
	%	0,01	0,19	0,00	0,00	99,8	100	
Вулканизаторщик	ICR1	5,3E-10	5,5 E-7	8,6 E-12	1,4 E-11	2,1 E-8	5,72E-7	74,3
	%	0,09	96,3	0,00	0,00	3,68	1,00E+02	
Электро-сварщик	ICR1	5,3E-10	1,2 E-8	5,3 E-7	1,4 E-11	1,9 E-6	2,44E-6	16,2
	%	0,02	0,50	22,1	0,00	79,1	100	
Контролер на стилоскопах	ICR1	5,3E-10	1,2 E-8	6,3 E-7	1,4 E-11	3,6 E-6	4,24E-6	9,6
	%	0,01	0,27	14,9	0,00	84,9	100	
Полировщик, шлифовальщик	ICR1	5,3E-10	1,2 E-8	8,6 E-12	1,4 E-11	3,4 E-6	3,41E-6	11,8
	%	0,02	0,35	0,00	0,00	99,6	100	

В процессе трудового стажа для большинства рассматриваемых профессий, где работники экспонированы канцерогенами, формируются неприемлемые уровни риска. Расчет приемлемого стажа по данным производственного контроля показал, что только для вулканизаторщика приемлемый стаж составляет 73,2 года, что подтверждает соответствие ICR уровням допустимым для населения. Для других рассматриваемых профессий приемлемый стаж находится в пределах: плавильщик, формовщик, маляр, гальваник 6,5 лет; контролер на стилоскопах, дефектоскопах - 9,6; полировщик, шлифовальщик – 11,8 лет; электросварщик -16,2 года.

*Вагоноремонтное производство* ЛВРЗ характеризуется некоторыми технологическими особенностями: в одном цехе размещают нескольких бывших в эксплуатации вагонов, требующих разных видов ремонта (помывка, разборка и демонтаж, очистка, шлифовка кузовов и внутренних систем вагонов); большие размеры цехов затрудняют эффективное использование средств коллективной защиты; отсутствие изолированных помещений и одномоментное участие в производственном процессе на локальном объекте нескольких работников (представителей различных профессий) приводят к влиянию комплекса неблагоприятных факторов на несколько категорий ремонтников. Общая технологическая схема выглядит следующим образом: в вагонокузовном цехе (ВКУЗ) осуществляются разборка и ремонт кузовов вагонов, систем отопления и водоснабжения, ремонт и комплектация вагонной гарнитуры; затем вагоны поступают в вагоноборочный цех (ВСБР), где работы осуществляются на малярном, оконно-дверном, электровагонном и вагонстолярном участках; заключительным этапом является проведение наружных и внутренних малярных работ. Работники вагоноколенного цеха (ВКОЛ) производят механическую обработку колесных пар, их ремонт и новое формирование.

По данным производственного контроля, в вагонокузовном производстве на гальваническом участке среднесуточное содержание аэрозолей никеля составляет  $0,14 \pm 0,01 \text{ мг/м}^3$ , формальдегида -  $0,35 \pm 0,003 \text{ мг/м}^3$ ; на комплектовочном и столярно-обойном участках среднее содержание бензола, формальдегида аэрозолей никеля и свинца ниже гигиенических нормативов. На тормозном участке уровень паров бензола превышает ПДК (на рабочем месте слесаря по ремонту подвижного состава -  $25,0 \pm 1,2 \text{ мг/м}^3$ , слесаря-электрика и пропитчика -  $20 \pm 1,4 \text{ мг/м}^3$ ). Из канцерогенов, поступающих в воздух рабочей зоны вагоноборочного и вагоноколенного цехов, следует выделить бензол, средние концентрации которого составляют 0,9-6,7 ПДК, значительные разброс обусловлен особенностями технологического процесса работы маляра малярного и

вагоностоярного участков. Концентрации свинца и формальдегида в воздухе рабочей зоны на указанных участках соответствуют гигиеническим нормам.

В большинстве технологических процессов ремонта вагонов происходит контакт с канцерогенными веществами. Многолетние среднесменные концентрации некоторых канцерогенов, зарегистрированных на различных рабочих местах, статистически значимо различаются и превышают ПДК. В ВКУЗ производстве на гальваническом участке среднесменное содержание аэрозолей никеля составляет  $0,14 \pm 0,01 \text{ мг/м}^3$ , что в 1,3-2,0 раза выше ПДК м.р., формальдегида -  $0,35 \pm 0,003 \text{ мг/м}^3$  (0,7 ПДК). На комплектовочном участке среднее содержание канцерогенов ниже гигиенических нормативов: в воздухе рабочей зоны маляра средние концентрации бензола составили  $15,0 \pm 1,9 \text{ мг/м}^3$ ; аэрозолей никеля -  $0,047 \pm 0,007 \text{ мг/м}^3$ , на рабочем месте лудильщика концентрация аэрозоли свинца  $0,021 \pm 0,02 \text{ мг/м}^3$ . На столярно-обойном участке содержание формальдегида и бензола ниже ПДК, так на рабочем месте изолировщика концентрации составили  $0,28 \pm 0,01$  и  $9,3 \pm 0,8 \text{ мг/м}^3$ , соответственно. На тормозном участке уровень паров бензола превышает ПДК (на рабочем месте слесаря по ремонту подвижного состава -  $25,0 \pm 1,2 \text{ мг/м}^3$ , слесаря-электрика и пропитчика -  $20 \pm 1,4 \text{ мг/м}^3$ ). Из всех химических веществ и аэрозолей, поступающих в воздух рабочей зоны ВСБР цеха, следует выделить бензол, средние концентрации которого составляют 0,9-6,7 ПДК, значительные разброс обусловлен особенностями технологического процесса работы маляра малярного и вагоностоярного участков. Концентрации свинца и формальдегида на указанных участках соответствуют нормативам. В ВКОЛ цехе к числу приоритетных канцерогенов также следует отнести бензол.

Уровни ICR и долевого вклад отдельных канцерогенов в суммарный уровень риска для основных профессий канцерогенно опасных цехов представлены в таблице 5.1.3.

Таблица 5.1.3 – Индивидуальный канцерогенный риск для работников основных профессий локомотивовагоноремонтного производства

Цех, профессия		Вещества						Σ ICR
		Бензопи-рен	Формаль-дегид	Ni	Pb	бензол	Cr	
ВСБР, слесарь-электрик,	ICR	1,19E-06	7,04E-05	3,86E-07	8,46E-05	1,36E-01	5,78E-05	1,36E-01
	вклад, %	0	0,05	0	0,06	99,84	0,04	100
ВСБР, пропитчик	ICR	1,19E-06	7,04E-05	3,86E-07	6,43E-08	0,13587	5,78E-05	0,136
	%	0	0,05	0	0	99,9	0,04	100
ВСБР, маляр (столярный участок)	ICR	1,19E-06	7,04E-05	3,86E-07	6,43E-08	0,06793	5,78E-05	0,06806
	%	0	0,1	0	0	99,81	0,08	100
ВСБР, маляр (малярный участок)	ICR	1,19E-06	7,04E-05	3,86E-07	6,43E-08	0,54347	5,78E-05	0,5436
	%	0	0,01	0	0	99,98	0,01	100
ВСБР, обойщик	ICR	1,19E-06	0,0008	3,86E-07	6,43E-08	-	5,78E-05	0,00086
	%	0,13	89,38	0,04	0,01	-	6,46	100
ВКОЛ, маляр	ICR	1,19E-06	7,04E-05	3,86E-07	6,43E-08	0,05095	5,78E-05	0,05108
	%	0	0,14	0	0	99,75	0,11	100
ВКУЗ, прессовщик-вулканизаторщик	ICR	1,19E-06	0,00071	3,86E-07	6,43E-08	-	5,78E-05	0,00077
	%	0,16	92,23	0,05	0,01	-	7,54	100
ВКУЗ, корректировщик	ICR	1,19E-06	7,04E-05	0,00271	6,43E-08	-	5,78E-05	0,00284
	%	0,04	2,48	95,44	0	-	2,04	100
ВКУЗ, гальваник	ICR	1,19E-06	7,04E-05	0,00474	6,43E-08	-	5,78E-05	0,00486
	%	0,02	1,45	97,34	0	-	1,19	100
ВКУЗ, слесарь-инструментальщик	ICR	1,19E-06	7,04E-05	0,00217	6,43E-08	-	5,78E-05	0,00229
	%	0,05	3,07	94,36	0	-	2,52	100
ВКУЗ, лудильщик	ICR	1,19E-06	7,04E-05	3,86E-07	3,56E-05	-	5,78E-05	0,00017
	%	0,72	42,65	0,23	21,55	-	35,05	100
ВКУЗ, маляр	ICR	1,19E-06	7,04E-05	0,00159	6,43E-08	0,1019	5,78E-05	0,10362
	%	0	0,07	1,53	0	98,34	0,06	100
ВКУЗ, изолировщик	ICR	1,19E-06	0,00058	3,86E-07	6,43E-08	0,06318	5,78E-05	0,06382
	%	0	0,91	0	0	9,9	0,09	100
ВКУЗ, слесарь подвижного состава	ICR	1,19E-06	7,04E-05	3,86E-07	6,43E-08	0,16984	5,78E-05	0,16997
	%	0	0,04	0	0	99,92	0,03	100

Для большинства профессий наибольший вклад в индивидуальный канцерогенный риск вносят бензол (98-99%), исключение составляют такие профессии как лудильщик, где вклад формальдегида – 43%, хрома VI – 35%, свинца – 21% (различия структуры вклада отдельных канцерогенов статистически значимо,  $p=0,01$ ). Долевой вклад производственных канцерогенов у таких профессий как пресовщик-вулканизаторщик, корректировщик ванн, также отличается ( $p=0,04$ ), для них максимальную опасность представляет воздействие формальдегида (92%) и никеля (95%), соответственно.

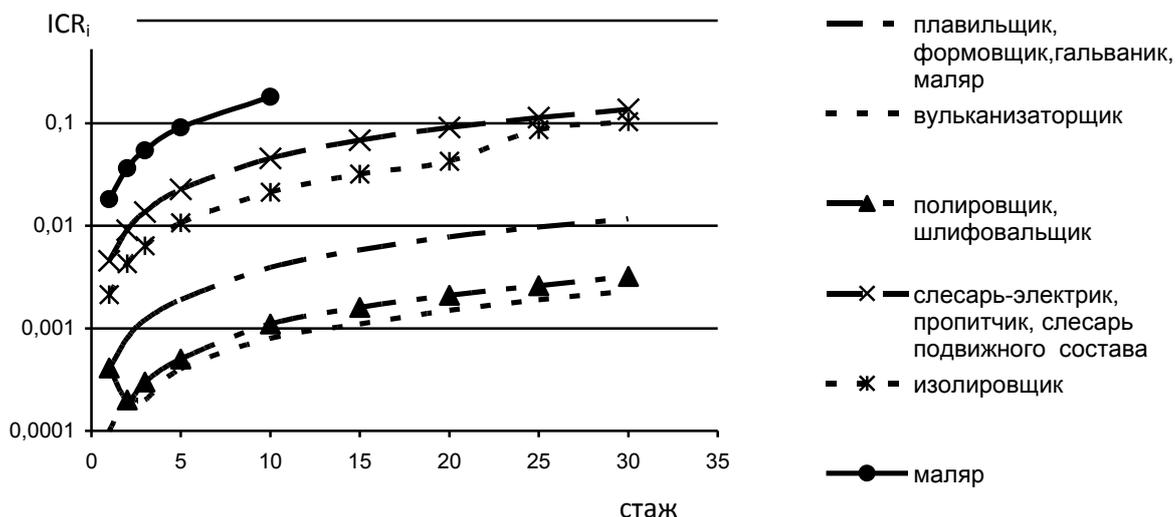
Ранжирование по уровню ICR профессий вагоноборочного цеха показало, что самый низкий риск у обойщиков (0,00086). Далее идут профессии: маляр вагоноборочного участка (0,0681), слесарь-электрик и пропитчик (0,1361), а максимальный ICR у маляра малярного участка (0,5436). Ранговый ряд индивидуальной канцерогенной опасности для отдельных профессий вагонокузовного цеха можно представить следующим образом: лудильщик (0,00016) > пресовщик (0,00076) > слесарь-инструментальщик (0,0022) > корректировщик ванн (0,0028) > гальваник (0,0048) > изолировщик (0,0638) > маляр (0,1036) > слесарь подвижного состава (0,1699). ICR для маляра вагоноколесного цеха составляет 0,0511.

Приемлемый стаж для канцерогеноопасных профессий ЛВРЗ имеет большой разброс. Так для профессии лудильщика он максимальный – 44,5 года, пресовщика – 24,6; слесаря-инструментальщика, корректировщика – 18,9; обойщика – 15,4 года. Минимальные величины приемлемого стажа установлены для профессии маляр и слесарь подвижного состава вагонокузовного цеха – 2,9-3,2 года.

Сравнивая вклад производственных канцерогенов и веществ, находящихся в атмосферном воздухе города, отметим, что для представителей большинства профессий более 90% величины индивидуальной канцерогенной опасности связаны с экспозицией на рабочем месте. Лишь для профессий обойщика, лудильщика долевой вклад

канцерогенных примесей непроизводственного характера, поступающих ингаляционным путем, является значимым.

Компаративная оценка уровней ICR для основных профессий работников канцерогенно опасных цехов на рассматриваемых предприятиях представлена на рисунке 5.1.1.



Примечания –

Авиационный завод: плавильщик, формовщик, гальваник, маляр; вулканизаторщик; полировщик, шлифовальщик.

Вагоноремонтное производство: слесарь-электрик, пропитчик, слесарь подвижного состава; изолировщик; маляр.

Рисунок 5.1.1 – Индивидуальный канцерогенный риск для работников различных профессий канцерогеноопасных предприятий (шкала ординат – логарифмическая)

Расчет ICR в динамике «вредного» стажа показал, что для работников ЛВРЗ риск выше, чем для лиц аналогичных профессий, занятых на АЗ. К числу наиболее канцерогеноопасных следует отнести профессии на ЛВРЗ слесарь-электрик, пропитчик, слесарь подвижного состава, изолировщика; на авиазаводе: плавильщика, формовщика, маляра, гальваника, электросварщика, для которых уровень ICR достигает неприемлемого в первые годы работы. Однако максимальная величина индивидуального канцерогенного риска установлена для маляров, выполняющих внутренние

покрасочные работы, у которых даже при стаже 3 года она оценивается как неприемлемая ни для каких групп и требует немедленного внедрения мер защиты. Отметим, что время работы в условиях чрезвычайного воздействия – 5 часов в течение смены (что учтено нами при расчете) и работники имеют средства индивидуальной защиты.

Многолетние наблюдения международного научного сообщества позволили IARC подтвердить, что риск ЗНО, связанный с профессией маляра, является канцерогенным фактором 1-й группы [IARC]. Мета-анализ данных о раке легких, проведенный рабочей группой Международного агентства по изучению рака, из популяционных исследований случай-контроль с использованием скорректированных оценок курения, показал, что риск повышается почти на 50%. В данной профессиональной группе также отмечена повышенная смертность от мезотелиомы, рака мочевого пузыря у маляров, и этот риск сохранялся после корректировки на курение сигарет. Чтобы разработать подходящую стратегию контроля для маляров, рекомендовано учитывать фактические обстоятельства работы (время контакта, состав лакокрасочных веществ, условия выполнения работы и т.п.).

В соответствии с полученными данными, исходя из величин индивидуального канцерогенного риска, можно оценить число дополнительных случаев рака. Для жителей Улан-Удэ, вследствие загрязнения атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны возможно возникновение 3-5 дополнительных случаев в течение жизни. Число дополнительных случаев злокачественных новообразований на 10000 экспонированных человек для работников канцерогеноопасных производств с «вредным» стажем 30 лет составило 60-230.

## 5.2 Оценка потерь здоровья, связанных с развитием злокачественных новообразований в группе с комплексным воздействием канцерогенов

Для выявления особенностей распространенности ЗНО в группе населения Улан-Удэ, подвергающейся многосредовому воздействию в производственных и бытовых условиях, проведен углубленный анализ потерь здоровья в группе работников ЛВРЗ за 2006-2016 годы. Известно, что структура локализаций и уровня распространенности ЗНО имеет различия по гендерному признаку, степень выраженности которых неоднородна, по данным разных авторов [Fritschi L., 2008; Hohenadel K. et al., 2015; Scarselli A. et al., 2018]. Среднегодовая смертность от ЗНО у женщин в 3,5 раза больше, чем у мужчин ( $p=0,000$ ) (таблица 5.2.1). Статистически значимое превышение смертности женщин над показателями у мужчин также по причинам ЗНО органов пищеварения ( $66,0 \pm 79,0$ , против  $225,0 \pm 22,9$ ,  $p=0,000$ ) и половых органов ( $323,1 \pm 52,5$ , против  $69,2 \pm 12,4$ ,  $p=0,000$ ). Кроме того, у женщин чаще регистрируются опухоли мочевыводящих путей, лимфоидной и кроветворной тканей, глаз и головного мозга, однако в связи с малой встречаемостью ЗНО данных локализаций изучаемые группы недостаточно репрезентативны и требуется продолжить наблюдение, для получения корректных выводов. Важным представляется результат об отсутствии различий по гендерному признаку между показателями смертности от ЗНО органов дыхания ( $163,4 \pm 19,2$  у мужчин,  $174,7 \pm 42,6$  – у женщин,  $p=0,81$ ), хотя в популяции преобладание показателя характерно для мужчин [Лежнин В.Л. с соавт., 2014; Кузнецов В.В., Гусев К.В., 2017]. Так, Лежнин В.Л. с соавторами показали, что риск развития рака легкого был выше у мужчин, проживающих в промышленном центре, прямо зависел от возраста, длительности и интенсивности курения, степени злоупотребления алкоголем.

Таблица 5.2.1 – Среднегодовая смертность от злокачественных новообразований работников канцерогеноопасного предприятия (2006-2016гг.)

Локализации ЗНО	Мужчины		Женщины		p=
	абс. число	на 100 000	абс. число	на 100 000	
Все локализации	291	559,5±34,4	225	1964,9±127,6	0,000
в том числе:					
- органов пищеварения	117	225,0±22,9	75	655,0±79,9	0,000
- органов дыхания	85	163,4±19,2	20	174,7±42,6	0,81
- меланома кожи	5	9,6±4,3	6	52,4±23,2	0,07
- мочевыводящих путей	30	57,7±11,5	11	96,1±31,3	0,24
- молочной железы	-		49	427,9±65,2	
- половых органов	36	69,2±12,4	37	323,1±52,5	0,000
- глаз, головного мозга	4	7,7±4,3	2	17,5±13,3	0,47
- лимфоидной и кроветворной тканей	3	5,8±3,3	5	43,7±21,9	0,09

Для доказательства связи с производственной экспозицией канцерогенами проведен расчет относительного риска в сравнении с группами населения района, жители которого преимущественно не заняты на канцерогеноопасных предприятиях. Эпидемиологические риски для экспонированных работников в 2-6,3 раза выше, чем для населения Советского района, рассматриваемого нами как «фоновый» уровень смертности от ЗНО. Установлено, что для работников, подвергающихся «двойной» канцерогенной экспозиции статистически значим риск развития злокачественных опухолей в целом (RR=4.6) и, в том числе, таких локализаций как: органов дыхания (RR=4.8), пищеварения (RR=4.6), половых

(RR=3.9) и мочевыводящих (RR=6.3) органов (таблица 5.2.2). Этиологическая доля дополнительных случаев ЗНО находилась в пределах 50 - 84,1%, что свидетельствует о высокой связи показателя с производственным воздействием канцерогенов.

Таблица 5.2.2 – Относительный риск смертности от злокачественных новообразований у работников канцерогеноопасного предприятия (оба пола)

показатель	Локализации							
	всего	C16-C26 органов пищева рения	C30-C39 органов дыхания	C43-44 мелано ма кожи	C56-59* C60- C63** половых органов	C64-68 мочевыв одящих путей	C69-72 глаз, мозга и др. органов ЦНС	C81-96 лимфоидных и кроветв орных тканей
RR	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>	5,5	<b>3,9</b>	<b>6,3</b>	5,5	2,0
(95%-й CI)	<b>3,3-6,4</b>	<b>2,8-7,7</b>	<b>2,3-10,0</b>	0,6-60,6	<b>2,9-5,0</b>	<b>4,2-9,1</b>	0,6-60,6	0,9-4,3
EF, %	<b>78,3</b>	<b>78,3</b>	<b>79,2</b>	81,8	<b>74,4</b>	<b>84,1</b>	81,8	50,0

Примечание \* - ЗНО женских половых органов; \*\* - ЗНО мужских половых органов

Учитывая гендерные различия в показателях смертности от ЗНО, рассмотрим относительные риски в разбивке по полу. Для мужчин статистически подтверждены риски летального исхода от меланомы кожи (RR=5,5 CI (1,8-15,9)), опухолей почек и мочевыводящих путей (RR=4 CI (2,5-6,4)), половых органов (RR=3.1 CI (2,3-5,4)), органов дыхания (RR=2.9 CI (1,3-6,6)) и органов пищеварения (RR=2,6 CI (1,4-5)) (рисунок 5.2.1).

Установлено, что риски для женщин, экспонированных канцерогенами в условиях производства значительно выше, чем для мужчин, так в целом по ЗНО риск смертности у женщин 13,3 CI (11,2-15,2), а у мужчин 2,7 CI (1,8-4,3) (рисунок 5.2.2).

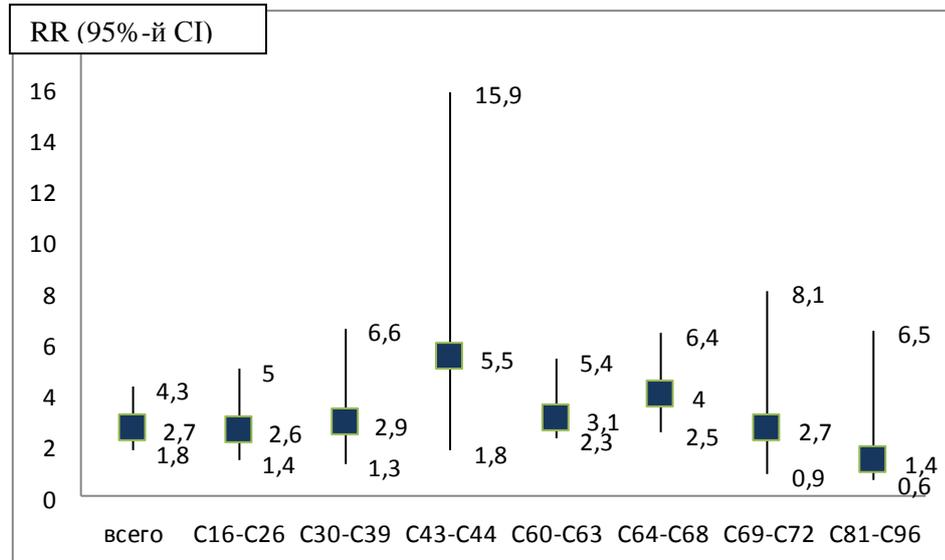


Рисунок 5.2.1 – Характеристика относительного риска смертности от злокачественных новообразований у мужчин - работников канцерогеноопасного предприятия (RR (95%-й CI))

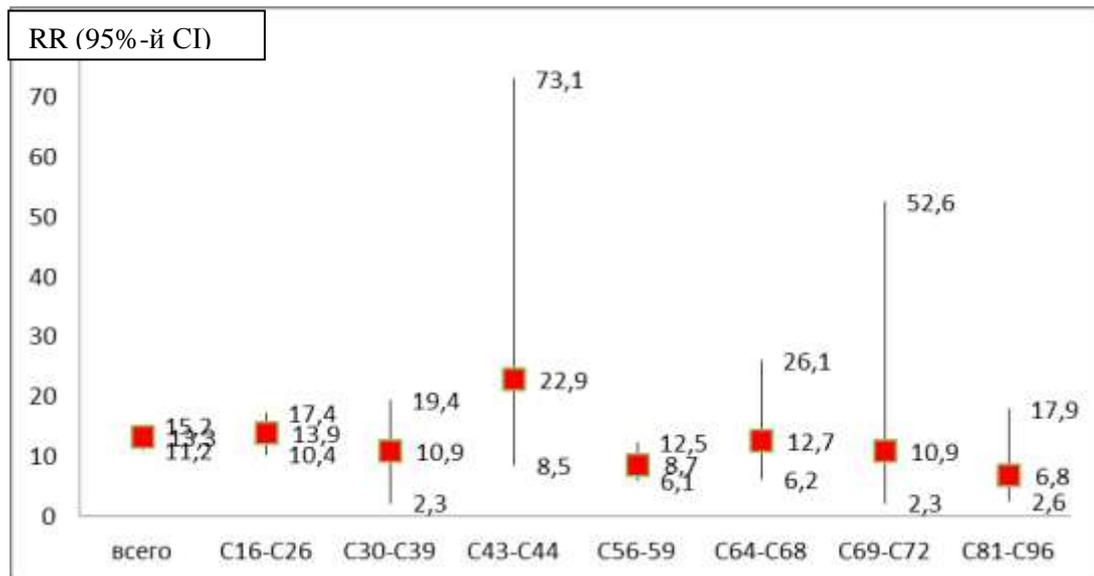


Рисунок 5.2.2 – Характеристика относительного риска смертности от злокачественных новообразований у женщин, работающих на канцерогеноопасном предприятии (RR (95%-й CI))

Наиболее высокие риски смертности характерны для такой локализации ЗНО как мочевыводящие пути, особенно для женщин (RR=12,7 CI (6,2-26,1)), показатели у которых в 3,2 раза выше, чем у мужчин. Установлено, что по сумме ЗНО показатели риска у женщин выше, чем у

мужчин в 4,9 раза, по отдельным рассматриваемым группам риски для женщин выше, чем для мужчин. Кроме того, выявлено, что для женщин работников риск ЗНО лимфоидных и кроветворных тканей статистически значим ( $RR=6,8$  CI (2,6-17,9)), а для мужчин может расцениваться только как тенденция ( $RR=1,4$  CI (0,6-6,5)), и требует дальнейших исследований. Следует отметить, следующее - несмотря на то, что для меланомы кожи и ЗНО мозга и др. органов ЦНС  $RR=5,5$ , но нижняя граница риска ниже единицы, что свидетельствует об отсутствии статистически значимых различий с фоновым уровнем.

Другим важным показателем потерь здоровья является впервые выявленная заболеваемость ЗНО. Средняя за изучаемый период впервые выявленная заболеваемость составила -  $1304,8 \pm 46,1$  случаев на 100 тысяч (таблица 5.2.3). В структуре заболеваемости преобладают болезни органов пищеварения (22,9%), половых органов (18,8%), органов дыхания (11,6%), мочевыводящих путей (8,5%), меланомы кожи (5,4%), рак лимфоидной и кроветворной ткани – 3,6%. Следует отметить, что структура значимо не отличается от таковой в субпопуляции жителей фонового района ( $\chi^2=6.9$  при критическом значении  $\chi^2 = 7.815$ ,  $p=0,068$ ).

Заболеваемость ЗНО женщин, работающих на канцерогеноопасных предприятиях, выше, чем у мужчин как по сумме всех локализаций (4366,4 случаев на 100 тысяч, против 630,7, соответственно,  $p=0,000$ ), так и по основным локализациям: органов пищеварения ( $p=0,000$ ), мочевого выведения ( $p=0,039$ ), лимфоидной и кроветворной тканей ( $p=0,000$ ), меланомы кожи ( $p=0,000$ ), половых органов ( $p=0,000$ ).

Для выявления роли производственных факторов в возникновении ЗНО проведен расчет эпидемиологических рисков для работников предприятия в целом (таблица 5.2.4), а также для мужчин (рисунок 5.2.3) и женщин (рисунок 5.2.4).

Таблица 5.2.3 – Среднегодовая заболеваемость злокачественными новообразованиями работников канцерогеноопасного предприятия (2006-2016гг.)

Локализации ЗНО	Мужчины		Женщины		Оба пола	
	абс. число	на 100 000	абс. число	на 100 000	абс. число	на 100 000
Все локализации	328	630,7±36,9	500	4366,4±15,4	828	1304,8±46,1
в том числе:						
органов пищеварения	94	180,7±20,1	96	838,4±89,1	190	299,4±23,9
органов дыхания	77	148,1±14,1	19	165,9±41,0	96	151,3±16,4
меланома кожи	15	28,8±8,8	30	262±51,5	45	70,9±11,8
мочевыводящих путей	51	98,1±11,2	20	174,5±15,2	71	111,9±14,1
молочной железы			147	1283,7±10,4		
половых органов	23	44,2±10,2	133	1161,5±42,6	156	245,8±21,3
глаз, ГОЛОВНОГО мозга	4	7,7±4,2	1	8,7±8,5	5	7,9±3,7
лимфоидной и кроветворной тканей	17	32,7±8,6	13	113,5±34,3	30	47,3±9,4

Таблица 5.2.4 – Относительный риск заболеваемости злокачественными новообразованиями работников канцерогеноопасного предприятия

показатель	всего	локализации						
		C16-C26 органов пищеварения	C30-C39 органов дыхания	C43-44 мелано ма кожи	C56-59* C60- C63** половых органов	C64-68 мочевыводящих путей	C69-72 глаз, мозга и др. органов ЦНС	C81-96 лимфоидных и кроветворных тканей
RR	6,6	7,8	10,1	4,2	5,7	5,4	2,0	5,1
95%-й CI	6,1-7,2	6,5-9,3	7,7-13,4	3,0-5,9	4,7-6,9	4,1-7,1	0,8-5,3	3,3-7,8
EF, %	84,8	87,2	90,1	76,2	82,5	81,5	50,0	80,4

Примечание – \* - ЗНО женских половых органов; \*\* - ЗНО мужских половых органов

В целом для работников рассматриваемого предприятия характерны более высокие риски заболеваемости ЗНО, чем для населения, как по всем локализациям - в 6,6 раза, так и по ЗНО органов дыхания – в 10,1 раза, пищеварения – в 7,8 раза, половых органов – в 5,7 раза, мочевыводящих путей – 5,4 раза, лимфоидных и кроветворных тканей – 5,1 раза и меланомы – в 4,2 раза. Опухоли указанных локализаций имеют большую производственную обусловленность (от 76,2% - для меланомы, до 90,1% - ЗНО органов дыхания). Статистически не подтвержден для работников предприятия относительно жителей фонового района только риск заболеваемости ЗНО глаз, мозга и других органов ЦНС (RR=2 CI (0,8-5,3), EF=50 %).

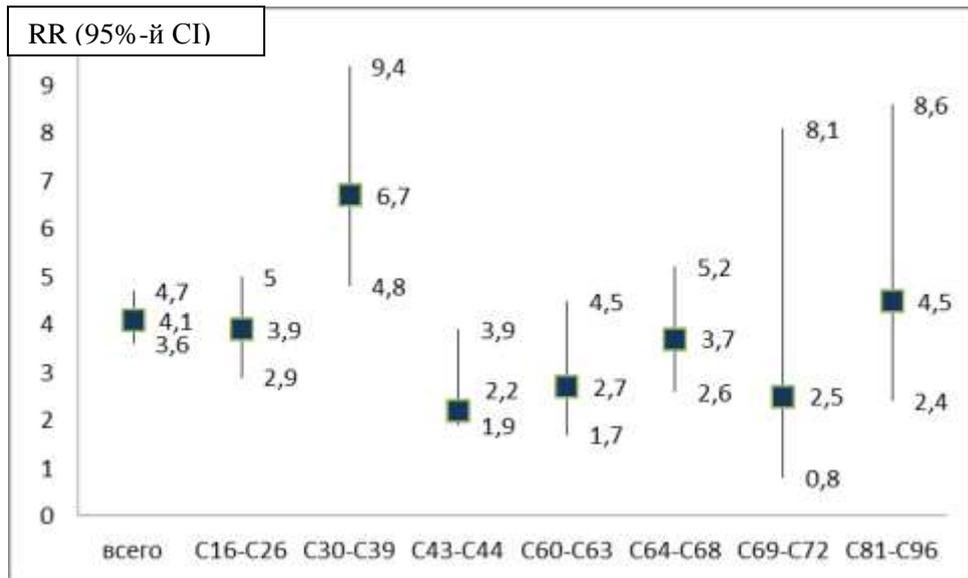


Рисунок 5.2.3 – Характеристика относительного риска заболеваемости злокачественными новообразованиями у мужчин - работников канцерогеноопасного предприятия (RR (95%-й CI))

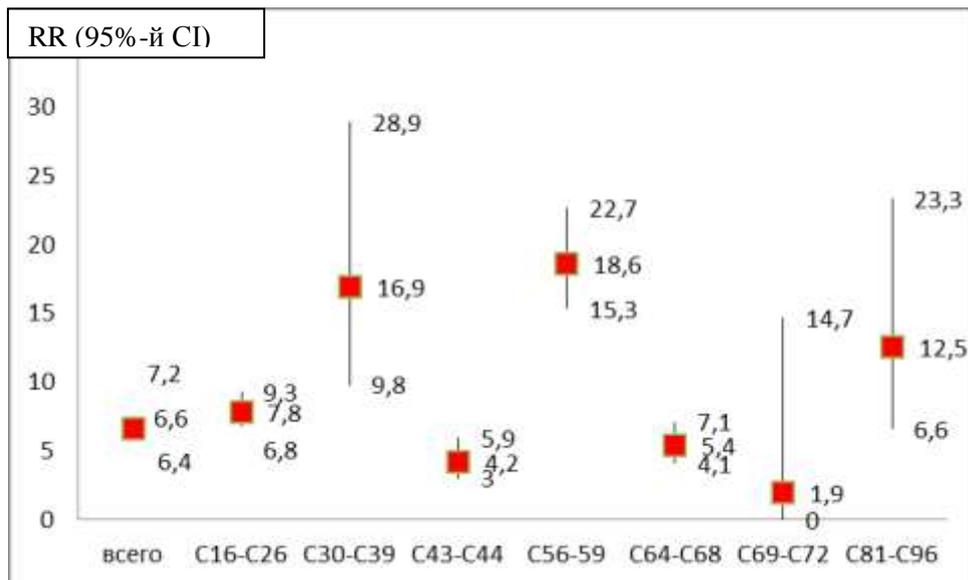


Рисунок 5.2.4 – Характеристика относительного риска заболеваемости злокачественными новообразованиями у женщин, работающих на канцерогеноопасном предприятии (RR (95%-й CI))

У мужчин - работников канцерогеноопасного предприятия по всем локализациям риск ЗНО составляет 4,1 CI(3,6-4,7). Ранговый ряд несколько отличается от среднего: ЗНО органов дыхания RR =6,7, лимфоидных и кроветворных тканей – RR =4,5 пищеварения – RR= 3,9 раза, почек и

мочевыводящих путей –  $RR = 3,7$ , половых органов –  $RR = 2,7$ , раза и меланомы –  $RR = 2,2$ .

Для женщин, работающих на канцерогеноопасном предприятии, по всем локализациям риск ЗНО выше, чем для мужчин в 1,6 раза и составляет 6,6  $CI(6,4-7,2)$ . Риски заболеваемости по локализациям также отличаются по уровню и значимости. Так, первые ранги имеют: ЗНО половых органов –  $RR = 18,6$ , органов дыхания  $RR = 16,9$ , лимфоидных и кроветворных тканей –  $RR = 12,5$ . Относительный риск заболеваемости ЗНО органов пищеварения – выше, чем в популяции в 7,8 раза, почек и мочевыводящих путей – в 5,4 раза и меланомы, рака кожи в 4,2 раза. Отметим также, что для женщин, подвергающихся комплексному воздействию канцерогенов в бытовых и производственных условиях, увеличивается также относительный риск ЗНО молочной железы как по показателю впервые выявленной заболеваемости – ( $RR = 19,5$   $CI(16,1-23,7)$ ), так и смертности ( $RR = 15,2$   $CI(10,2-21,2)$ ). Выявленные гендерные различия как по показателю заболеваемости, так и смертности от ЗНО могут быть связаны с различным уровнем воздействия канцерогенных факторов в условиях производства на представителей отдельных профессий, различием занятости в канцерогеноопасных производственных процессах мужчин и женщин, а также и большей чувствительностью женского организма к негативному влиянию бластомогенных факторов [Global battle..., 2014; Заридзе Д.Г. с соавт., 2016; Franken C. et al., 2017].

### **5.3 Зависимость онкологической заболеваемости от некоторых факторов риска**

В ходе анализа отобранных случайным образом индивидуальных первичных медицинских документов пациентов онкологического диспансера Республики Бурятия выявлены наиболее значимые факторы риска. Интересно отметить, что частота встречаемости отдельных факторов риска

практически не различается в группах заболевших мужчин и женщин возрастной группы 18-65 лет (таблица 5.3.1).

Таблица 5.3.1 – Частота встречаемости факторов риска развития онкопатологии среди взрослого населения г.Улан-Удэ

Факторы риска	Частота (на 100 человек)			*p=
	мужчины	женщины	оба пола	
Работа в условиях воздействия химических канцерогенов	14,2± 2,6	8,9± 2,6	12,1± 1,9	0,15
Табакокурение	33,3± 3,5	6,5 ±2,2	22,5± 2,4	0,00
Отягощенная наследственность	10,4± 2,2	10,6 ±2,8	10,5 ±1,7	0,95
Вирусный гепатит в анамнезе	3,8 ±1,4	4,9± 1,9	4,2± 1,1	0,64
Туберкулез в анамнезе	2,7 ±1,2	2,4 ±1,4	2,6 ±0,9	0,87
Сахарный диабет в анамнезе	2,7 ±1,2	6,5± 2,2	4,2± 1,1	0,13

Примечание – \* статистическая значимость различий частоты явления в группах мужчин и женщин

Исключение составляет активное курение, которое отмечено у трети пациентов мужского пола, что в 8 раз чаще, чем среди больных женщин. В группе пациенток чаще, чем среди мужчин зарегистрированы заболевания, рассматриваемые МАИР, как возможные факторы риска: вирусный гепатит В и сахарный диабет в 1,3 и 2,4 раза соответственно (однако различия не имеют статистической значимости).

Информативность факторов изученных риска ЗНО для лиц обоего пола можно представить в виде рангового ряда: табакокурение > производственные канцерогены > отягощенная наследственность > вирусный гепатит В = сахарный диабет > проживание на территории с повышенным ICR<sub>i</sub> > туберкулез (рисунок 5.3.1).

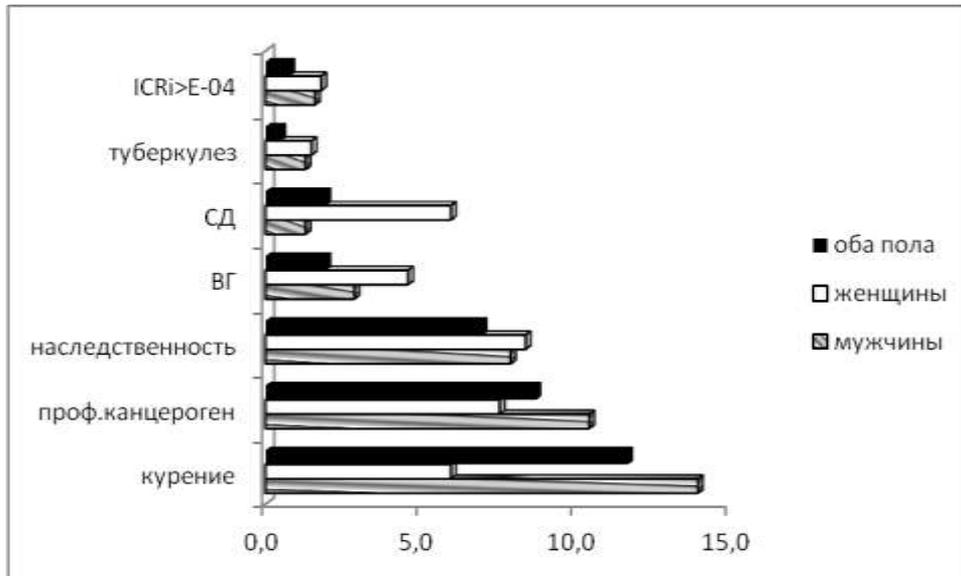


Рисунок 5.3.1 – Информативность факторов риска развития злокачественных новообразований для взрослого населения г.Улан-Удэ

Для мужчин г.Улан-Удэ наибольшую значимость имеют: курение (информативность 14,0), работа в условиях воздействия химических канцерогенов (10,5), отягощенная наследственность (7,9), вирусный гепатит *B* в анамнезе (2,9). У женщин данный ряд отличается: первый ранг имеет отягощенная наследственность (информативность 8,4), второй - работа в канцерогеноопасных условиях (7,6), далее следуют: сахарный диабет в анамнезе (6,0) и курение (6,0). Индивидуальный канцерогенный риск, связанный с загрязнением бластомогенными веществами атмосферного воздуха по месту проживания, оцениваемый как превышающий уровень, приемлемый для населения, имеет 5-6 ранг значимости.

Аналогичные результаты получены в исследованиях Лежнина с соавторами (2014), где показано, что если принять суммарную информативность всех 14 признаков за 100%, то вклад различных групп факторов в развитие ЗНО легкого будет следующим: курение 22%, профессиональные вредности - 23%, биологические - 17%, хронические заболевания легких 15%, злоупотребление алкоголем 9%, печное отопление жилища- 4%, загрязнение окружающей среды - 10%. Таким образом, значимость факторов, доступных для анализа, в целом не противоречит

данным, приводимым экспертами ВОЗ. Приблизительно треть смертей от ЗНО, по мнению экспертов, связаны с основными поведенческими и диетическими рисками [GBD 2015; Risk Factors, International Agency for Research, 2017; Park S. et al., 2016]. Инфекции, вызывающие рак, такие как гепатит и вирус папилломы человека, отвечают за четверть случаев рака в странах с низким и средним уровнем дохода [Plummer M. et al., 2016]. Важный вклад в формирование уровня заболеваемости ЗНО вносят факторы окружающей, в том числе производственной среды [Валеева Э.Р., 2015; Потылицына Е.Н., 2016; Cherrie J.W. et al., 2017].

Однако следует отметить некоторые гендерные особенности в значимости факторов риска в наших исследованиях: для мужчин большую роль воздействия химических канцерогенов, поступление которых связано как с бытовыми привычками, так и с производственными условиями; для женщин самым важным является наследственная предрасположенность к возникновению опухолевых процессов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К числу приоритетных мировых угроз в сфере здравоохранения относят ущерб, наносимый обществу неуклонным ростом онкологической заболеваемости и смертности [Всемирный доклад о раковых заболеваниях, 2014]. Увеличение распространенности ЗНО в различных группах населения определяет не только медицинскую, но и социальную и экономическую значимость данной патологии, которые связаны с нарастанием демографических проблем (потерями общего и трудоспособного населения), стойкой утратой трудоспособности и инвалидизацией, расходами общества и индивидуума на оказание медицинской и медико-социальной помощи онкологическим больным. Все это определяет большую значимость исследований, направленных на изучение как клинических, так и гигиенических, эпидемиологических аспектов данной проблемы [Boosting innovation, 2013; Серебряков П.Ф., 2015; Vaskofen R., 2017]. В настоящее время выполнено достаточно большое количество исследований, направленных на выявление особенностей формирования онкопатологии в популяциях с высокой распространенностью опухолевых процессов [Боев В.М. с соавт., 2016; Сучков В.В., Семаева Е.А., 2017; Бакиров А.Б. с соавт., 2018; McCarthy M. C. et al., 2009; Martin-Moreno J. M. et al., 2013; Elliott E. G., 2017]. А работ на территориях, где показатели заболеваемости ЗНО отстают от среднего уровня, немного [Чимитдоржиева Т.Н., 2013; Кику П.Ф. с соавт., 2017; Troisi R. et al., 2012; Sadowski D.J. et al., 2016,]. При этом, рассматривая динамику ЗНО авторы отмечают резкое увеличение темпов роста показателей, отличия в соотношениях заболеваемость/смертность, в структуре ЗНО. Особенно часто такие явления отмечают в странах Юго-восточной Азии, Африки [Troisi R. et al., 2012; Nkosi T.M. et al., 2012; McCormack V. et al., 2013; Lin Ch.-K. et al., 2019]. В РФ к числу территорий с низкими уровнями онкозаболеваемости по данным статистических отчетов относятся республики Тыва, Алтай, Бурятия [Писарева Л.Ф. с соавт., 2015]. Однако в Республике Бурятия выявлен

высокий рост онкопатологии, к числу основных причин которого авторы причисляли неблагоприятную экологическую ситуацию [Чимитдоржиева Т.Н., 2013], но строгой доказательной базы в исследованиях приведено не было. Административный и промышленный центр РБ действительно в течение ряда лет входил в список городов с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха [Болошинов А.Б. с соавт., 2007; Ханхареев С.С. с соавт., 2013]. Указанное заставляет обратить особое внимание на формирование уровня онкопатологии среди населения Республики Бурятия, чтобы на ее примере с гигиенических позиций рассмотреть на современном этапе эпидемиологические особенности заболеваемости и смертности от ЗНО в популяциях с низкими многолетними показателями онкопатологии.

В нашем исследовании была поставлена цель - выявить роль химического воздействия в формировании канцерогенного риска для населения Республики Бурятия. На основе методологии оценки риска проведено комплексное исследование, включающее элементы ретро- и проспективного анализа данных об источниках и уровнях канцерогенного воздействия, частоте опухолевых процессов среди населения на трех уровнях: субъекта федерации, муниципальном и локальном.

В ходе исследований установлено, что на территории РБ действует ряд промышленных объектов, которые используют в технологическом процессе вещества с канцерогенным эффектом, большинство из которых сосредоточено в г.Улан-Удэ. Все изучаемые территории г.Улан-Удэ по уровню индивидуального канцерогенного риска входят в один диапазон (более 1 случая ЗНО в течении жизни на 1000 населения), некоторые различия связаны с ограниченностью программы наблюдения. Размещение и развитие крупных производственных агломераций на территориях со сниженным потенциалом самоочищения и рассеивания примесей в приземном слое атмосферы, приводят к опасному загрязнению воздушного бассейна, объективная оценка которого затруднена, так как из общей массы выбросов идентифицируется лишь немногим более 50% примесей [Мешков

Н.А., 2014; Горяев Д.В. с соавт., 2015]. Особую опасность для здоровья населения городов, как в РФ, так и за рубежом представляют хром, формальдегид, бензол, бензин [McCarthy M C. et al., 2009; Мешков Н.А., 2016]. Вклад бенз(а)пирена, рассматриваемого как индикатора загрязнения углеводородами чаще всего не превышает нескольких процентов, что характерно и для наших исследований.

Указанные факты вносят большую долю неопределенности в проведенные оценки, в том числе и в нашем исследовании. Для снижения указанных неопределенностей проведен анализ снегового покрова города Улан-Удэ на содержание ПАУ и некоторых других канцерогенов. Установлено, что наиболее экспонированы территории в центре города, характеризующиеся комплексным воздействием высоких стационарных и передвижных источников выбросов (формулы загрязнения выглядят следующим образом:  $Cr_{2.6}As_{4.1}PAU_{135} : PM_{11,2}PM_{101,0}$  и  $Cr_{2.6}As_{4.4}PAU_{294} : PM_{11,6}PM_{101,7}$  и  $Cr_{2.6}As_{4.1}PAU_{135} : PM_{11,2}PM_{101,0}$ ). При этом следует отметить, что максимальные концентрации суммы ПАУ – 14,5 мкг/дм<sup>3</sup> зафиксировано в пробе, отобранной в точке, находящейся под влиянием выбросов угольной котельной и низких источников выбросов частного сектора, расположенных в непосредственной близости с наветренной стороны.

Ряд исследователей свидетельствует, что для населения городов с развитой металлургией, машиностроением максимальные значения канцерогенного риска приближаются к верхней границестораживающего уровня риска [Новиков С.М., 2015; Корнилков А. С. с соавт., 2015; Сучков В.В., Семаева Е.А., 2017], но превышают приемлемый уровень в центрах размещения без соблюдения превентивных гигиенических норм промышленных предприятий [Чуенкова Г.А. с соавт., 2015; Новиков С.М. с соавт., 2015; Май И.В. с соавт., 2018]. В сравнении с населением индивидуальный канцерогенный риск для работников основных промышленных предприятий на 2 порядка выше, чем для населения этих городов. По данным отдельных исследований отмечено, что для работников

канцерогеноопасных предприятий с 10-летним стажем ICR переходит из приемлемого для населения уровня в диапазон риска неприемлемого для профессиональных групп [Лескина Л.М., Головкова Н.П., 2015]. К числу неопределенностей оценок индивидуального канцерогенного риска следует отнести и проблему химического определения хрома IV, предел обнаружения по существующим методикам не включает пороговый уровень канцерогенного действия [Мамырбаев А.А., 2012; Genovese G. et al., 2015]. Кроме того, скрининг хрома VI осложняется в связи с возможностью окисления шестивалентного хрома и изменением его доли в сумме общего хрома.

К зоне повышенного реализованного канцерогенного риска в РБ можно отнести: г.Улан-Удэ и некоторые районы, характеризующиеся наиболее высоким уровнем агропромышленного и социального развития (расположенные близко к столице республики (Тарбагатайский и Заиграевский районы), находящиеся вдоль железнодорожной магистрали (Кабанский, Прибайкальский районы). На территории г.Улан-Удэ можно выделить группы риска развития злокачественных новообразований, к которым относится взрослое население, проживающее в районе, расположенном вблизи предприятий машиностроения. Анализ структуры распространенности ЗН показал, что по локализации опухолей у взрослого населения статистически отличия от структуры распространенности ЗНО по другим районам проживания, которые обусловлены большим удельным весом ЗНО органов дыхания и кроветворной системы.

Для доказательства связи химического загрязнения внешней и производственной среды и риска онкопатологии были проведены исследования, позволяющие оценить уровень многосредовой дозы с учетом профессионального маршрута. В ходе исследований на двух крупных канцерогеноопасных предприятиях г.Улан-Удэ, установлено, что для представителей большинства профессий более 90% величины ICR связаны с экспозицией на рабочем месте. Отметим, что деятельность рассматриваемых

предприятий связана с созданием и ремонтом транспортных средств (вертолетов, вагонов), поэтому трудовые процессы проходят в огромных цехах, где сложно выделить изолированные рабочие места. Поэтому воздействию одних и тех же канцерогенных факторов могут подвергаться работники, в трудовом процессе которых не предусмотрен контакт с бластомогенными веществами (например, труд слесарей-электриков). К числу наиболее канцерогеноопасных следует отнести профессии плавильщика, формовщика, маляра, гальваника, электросварщика, пропитчика, слесаря подвижного состава, изолировщика, для которых уровень ICR достигает неприемлемого в первые годы работы. Чрезвычайно опасными следует признать условия труда маляров, выполняющих внутренние покрасочные работы, у которых даже при стаже 3 года величина индивидуального канцерогенного риска оценивается как неприемлемая и требует немедленного внедрения мер защиты. Покрасочные работы эксперты относят к числу наиболее канцерогеноопасных не только из-за состава красок и лаков, особенностей режима работы, но и в связи с частыми нарушениями техники безопасности самими работниками [Cancer control: knowledge., 2007; Niewöhner J. et al., 2004; Pesatori A.C. et al., 2013].

Ведущую роль в снижении онкологической заболеваемости играет первичная профилактика рака, мероприятия которой направлены на предупреждение возникновения злокачественных новообразований путем устранения, ослабления, нейтрализации неблагоприятных факторов среды обитания человека и повышение неспецифической резистентности организма. Исходя из индивидуального канцерогенного риска для жителей г. Улан-Удэ, возможно возникновение 3-5 дополнительных случаев, тогда как для представителей канцерогеноопасных профессий – 60-340 дополнительных случаев злокачественных новообразований на 10000 экспонированных человек в течение жизни. Полученные данные корреспондируются с результатами исследований, цитируемых экспертами ВОЗ, которые указывают, что с воздействием производственных факторов

ассоциируется 3 случая смерти от онкозаболеваний на 100 тысяч населения в год, показатель DALY составляет 30 случаев на 100 тысяч населения [Cancer control: knowledge., 2007].

Таким образом, злокачественные новообразования являются второй по частоте и социальной значимости после сердечно-сосудистых заболеваний причиной смертности населения, формирующей отрицательный демографический баланс. В настоящее время во всем мире общепризнано, что приоритетное значение в противораковой борьбе играет первичная профилактика злокачественных опухолей, мероприятия которой направлены на устранение неблагоприятных факторов среды обитания человека и повышение неспецифической резистентности организма. Результаты, представленные в данном исследовании, имеют большие неопределенности, в первую очередь, связанные с отсутствием производственного контроля за содержанием многих канцерогенных веществ в воздухе рабочей зоны, условностью оценки расчетных концентраций загрязнителей атмосферного воздуха, содержание которых на рабочих местах не контролируется (например, бенз(а)пирена, шестивалентного хрома). Ограниченность программ производственного мониторинга за веществами, обладающими бластомогенным эффектом, отмечали в своих работах отечественные [Гурвич В.Б. с соавт., 2013; Ефимова Н.В. с соавт., 2016] и зарубежные исследователи [Pesatori A.C. et al., 2013; Grillo P. et al., 2013; Lee S.W. et al., 2013].

С целью раннего выявления опухолевых процессов среди лиц групп риска необходимо включать в профилактические медицинские осмотры тесты, отражающие негативные эффекты в организме, в первую очередь, так называемые, опухолевые маркеры и сопутствующую (более раннюю) патологию [Wallace L., 2001; Wogan G.N. et al., 2004; GBD Risk Factors, 2015]. Указанное обуславливает необходимость решения вопросов, касающихся разработки и утверждения системы экспертизы связи злокачественных новообразований с профессией на законодательном уровне. Следует согласиться с мнением, что подходы должны базироваться на результатах,

предоставляемых Международным агентством по изучению рака и ретроспективной оценке индивидуального профессионального канцерогенного риска [Серебряков П.В., Рушкевич О.П., 2015].

Неопределенность оценок связана с генетической предрасположенностью, реализуемой на фоне доминирующей роли в этиологии злокачественных опухолей факторов окружающей среды и образа жизни человека [Заридзе Д.Г., 2016].

Знание основных управляемых факторов, определяющих значительную долю заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований, позволит обосновать меры первичной и вторичной профилактики, обеспечить информацией население и работников, подвергающихся воздействию техногенных канцерогенов. Создание в России системы социально-гигиенического мониторинга позволяет доказать, что более 40 % территории РФ постоянно характеризуется высокой напряженностью санитарно-эпидемиологической ситуации [Онищенко Г.Г., 2015]. Однако для адекватной оценки вреда здоровью различных групп населения, связанного с воздействием канцерогенных веществ, необходимо дальнейшее усовершенствование данной системы, в том числе за счет создания дополнительных локальных блоков, учитывающих местные особенности.

В настоящее время для определения показателей, подлежащих системному наблюдению в рамках СГМ, используются два подхода. С одной стороны, существует обязательный перечень информационных показателей, подлежащих сбору всеми без исключения структурными подразделениями СГМ всех уровней санитарно-эпидемиологической службы. Применение единой системы сбора и регистрации данных по обязательному списку позволяет обеспечить преемственность и однотипность оценки санитарно-эпидемиологического благополучия на различных административных территориях РФ. С другой стороны, с позиций риск-ориентированного подхода, на региональном уровне необходимо определить перечень собственных приоритетных показателей, требующих наблюдения и

выступающих в качестве индикаторов в реальных условиях отдельных субъектов РФ, городов или сельских поселений.

По результатам комплексного исследования по гигиенической оценке канцерогенного риска для населения при размещении на территории города канцерогеноопасных промышленных предприятий сформируем концепцию проспективного локального социально-гигиенического мониторинга с целью выявления групп и территорий риска. Такой мониторинг позволит оптимизировать деятельность по охране здоровья населения различных организаций (органов исполнительной власти, санитарно-эпидемиологической службы, практического здравоохранения, а также других организаций, выполняющих работы по оценке влияния среды обитания на здоровье населения). Концепция позволит обеспечить системный подход в определении локальных закономерностей формирования здоровья, оценке резервов сбережения здоровья и управляемости факторов риска.

Участниками мониторинга должны стать учреждения санитарно-эпидемиологической службы, здравоохранения, промышленные предприятия, являющиеся источниками канцерогенного воздействия на среду обитания и производственную среду, и различные группы населения. На региональные органы санитарно-эпидемиологической службы должны быть возложены функции координации межведомственного взаимодействия и формирования информационных фондов социально-гигиенического мониторинга.

Принципы выбора показателей для наблюдения в системе СГМ: простота получения; информативность; ориентированность на выявление особенностей санитарно-эпидемиологической обстановки, складывающейся на конкретной территории, то есть учитывать специфику природных и техногенных факторов, социальные и экономические условия; степень достоверности метрического или вербального (словесного) выражения показателя и их значимостью (универсальностью) во времени и в

пространстве; возможность для экстраполяции и сопоставления (наблюдаемых) значений; степень и вектор изменения значимости показателей при сочетании и возможность их суммирования.

Влияние факторов на здоровье населения устанавливается путем изучения воздействия меняющейся экспозиции отдельных групп (детей, взрослых, работников канцерогеноопасных предприятий) или населения в целом, а также при исследовании состояния здоровья населения, проживающего в течение определенного времени в условиях, различающихся степенью интенсивности канцерогенного фактора.

Основным источником информации об экспозиционных нагрузках являются результаты лабораторного измерения стрессоров различной природы в объектах окружающей (в том числе производственной) среды и расчетные методы, в основном моделирующие эмиссию и распространение патогенного агента в различных элементах экосистемы.

При всех преимуществах системы, в основе которой лежат измерения, она имеет ряд особенностей, которые, если уделять им недостаточно внимания, могут сделать непригодным такой подход к реализации задач идентификации факторов воздействия. Прежде всего, это достаточно высокая стоимость исследований. Для получения объективной информации об экспозиционных нагрузках необходима разветвленная сеть постов наблюдения, нацеленных на анализ довольно большого количества измерений.

Еще одним недостатком может быть применение в ряде случаев лабораторных методов с низкой чувствительностью. При разработке метода, как правило, критерием является значение ПДК, величина которой зачастую обоснована не по канцерогенному лимитирующему фактору. Получить объективное значение величины стрессора на уровне ниже ПДК в таком случае весьма проблематично. Так, при анализе химического воздействия, все концентрации ниже ПДК (или порога метода) должным образом не идентифицируются, попадая в категорию "ниже ПДК" или "ниже порога

чувствительности". Трактовка таких значений на уровне порога чувствительности метода приводит к завышению результата оценки экспозиции, а оценка на уровне нулевой концентрации - к занижению. Поэтому для адекватной оценки экспозиции следует перейти от "контрольных" на "мониторинговые" методы лабораторного анализа с порогом, ниже не только ПДК, но и референтных концентраций или иных показателей, непосредственно связанных с канцерогенным риском для здоровья. В сочетании с адекватными статистическими методами обработки рядов концентраций это позволит корректно определять экспозиционные нагрузки разных периодов осреднения и оптимизировать необходимую частоту измерений. Критерии отбора приоритетных загрязнителей в местные «короткие списки» должны быть основаны на степени превышения действующими концентрациями допустимых уровней, на комплексной оценке возможности многомаршрутного поступления вредных веществ в организм и на медицинской значимости вызываемых ими эффектов, то есть также ориентированы на потенциальную опасность для здоровья населения.

Источниками информации для подсистемы «здоровье» могут служить управления (комитеты, отделы) здравоохранения, предоставляющие в территориальные отделы санитарно-эпидемиологической службы, существующие в настоящее время, статистические отчетные формы в ежегодном режиме. Для эффективного ведения СГМ необходимо иметь два вида сбора данных, дополняющие друг друга при решении общих задач. Во-первых, необходимо предусмотреть ведение СГМ на основе государственной статистической отчетности, среди которых наряду с отчетами об обращаемости должны использоваться материалы о результатах диспансеризации, как действенного рычага повышения доступности медицинской помощи [Щепин О.П., 2015]. Во-вторых, для группового (индивидуального) мониторингования требуется сформировать когорты динамического наблюдения по результатам периодических медицинских осмотров лиц, подвергающихся экспозиции канцерогенных факторов в ходе

трудового процесса, с учетом таких критериев включения как возраст, территория проживания, социальная группа, предшествующая экспозиция и т.п.

К числу критериев выбора приоритетных показателей здоровья: следует отнести:

- эпидемиологические, включающие в себя оценку интенсивности наблюдаемых показателей здоровья в сравнении с фоновыми уровнями или со стандартами, их динамики и удельного веса отдельных локализаций ЗНО или нозологических форм в структуре первичной заболеваемости;
- гигиенические, основанные на знании реально существующих на территории канцерогенных факторов риска антропогенного и природного характера и, соответственно, на представлении об их этиопатогенетической роли;
- социальные, определяющиеся высокими уровнями инвалидизации населения или смертности, а также возможностью для предупреждения распространения болезни в популяции при своевременной информированности социально-активных групп населения
- экономические, обусловленные, с одной стороны, размером экономического ущерба в случае возникновения заболевания и, с другой стороны, наличием выраженного экономического эффекта в результате его целенаправленной профилактики.

Реализация мероприятий аналитической подсистемы наряду с установлением ведущих проблем, по совокупности имеющейся информации, базируясь на методологии оценки риска, рассчитывает вероятностные показатели формирования тех или иных потерь здоровья

Деятельность организационно-исполнительской подсистемы направлена на предоставление материалов, полученных, в ходе реализации аналитической подсистемы с комментариями и предложениями, включая разработку проектов регионально-ориентированных программ

профилактики, необходимое материально-техническое и кадровое обеспечение для их реализации, предоставляются органам исполнительной и законодательной власти для оптимизации работы по охране здоровья различных групп населения и принятия управленческих решений.

Полная и объективная информация о факторах окружающей среды является необходимым условием для выявления территорий (зон) риска для здоровья, связанного с неблагоприятными экологическими условиями жизнедеятельности. Значимое информирование о рисках начинается с распознавания конкретных локальных контекстов с учетом особенностей восприятия информации представителями различных социальных и возрастных групп.

Показателями эффективности мероприятий, реализуемых организационно-исполнительской подсистемой, будет оценка достижения ожидаемых прогностических результатов, снижение канцерогенного риска и, в отдаленной перспективе, улучшение показателей здоровья населения.

Во многих ситуациях, существует серьезная проблема с точки зрения осведомленности о рисках и мерах контроля, которые потребуются для снижения риска ЗНО как связанных с собственным канцерогеноопасным поведением граждан, так и с воздействием производственных факторов. Информирование работников о профессиональных рисках должно являться не только необходимой мерой охраны здоровья, но и этическим императивом. Знание о профессиональных рисках может облегчить соблюдение правил техники безопасности и определить объемы и, в конечном итоге, результаты профилактических медицинских осмотров. Хотя важность сообщения о рисках, связанных с воздействием производственных канцерогенов признана, исследования в некоторых областях все еще редки. Niewohner et al. выявили ряд факторов, которые влияют на обращение с опасными веществами на работе, и предложили теоретическую модель, описывающую необходимые компоненты для изменения поведения и снижения рисков. Большинство работников не осознают потенциальные

риски, связанные с длительным воздействием химических веществ на низком уровне. Используя интервью с фокус-группами, Fujishiro с соавторами, изучили психологические контексты восприятия уведомлений работниками, контактирующими с диоксиноподобными веществами. Респонденты считали, что воздействие ПХБ через загрязненную воду, почву и воздух было более опасным, чем воздействие тех же химических веществ на работе [Fujishiro К., 2013]. Разрыв между населением и работниками по информированию о рисках оценивается исследователями как просто отсутствие внимания к профессиональным рискам. Поэтому, по мнению [Fritschi L., 2009; Fujishiro К., 2013; GBD Risk Factors, 2015], на предприятиях следует уделять больше внимания данной проблеме, чтобы уведомление работника не воспринималось как оторванное от его жизни и условий труда. Необходимо внести изменения в нормативно-правовую базу, технические инновации и учебные мероприятия для обеспечения снижения профессиональных рисков от химических веществ. Это почти наверняка имеет место, если мы хотим уменьшить риск от производственных химических канцерогенов.

Несмотря на ряд неопределенностей анализа канцерогенного риска проведенные нами исследования позволили дать научное обоснование мероприятий, направленных на снижение бластомогенной опасности для групп населения.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Результаты исследований с учетом выявленных особенностей формирования канцерогенной опасности для населения, проживающего на территориях с невысокими уровнями заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований, но высоким загрязнением атмосферного воздуха позволили обосновать следующие практические рекомендации для органов исполнительной власти, органов Роспотребнадзора, департаментов

здравоохранения в рамках их компетенции в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

***I. На региональном уровне:***

- 1) использование для обоснования проектов регионального развития результатов системных исследований, базирующихся на методологии оценки риска, и контрольно-надзорных мероприятий за организациями, деятельность которых может представлять канцерогенную опасность для населения и работающих при нарушении обязательных требований санитарного законодательства;
- 2) внедрение концепции оценки канцерогенного риска здоровью в ведомственных нормативно-методических документах, направленных на предупреждение негативного техногенного воздействия на население и работающих;
- 3) совершенствование информационно-аналитического обеспечения и доказательной базы социально-гигиенического мониторинга по разделу оценки потенциального и реализованного канцерогенного риска.

***II. На муниципальном уровне:***

- 1) проводить систематические измерения уровней основных канцерогеноопасных соединений и веществ, рекомендованных ведущими международными организациями для контроля в крупных городах (формальдегид, бензол, взвешенные вещества, в том числе РМ<sub>2,5</sub>, фракции ПАУ и др.) на всех стационарных постах БЦГМС. При обосновании мест размещения постов учитывать гигиенические и эпидемиологические аспекты;
- 2) расположить указанные посты, исходя из следующего:
  - в местах размещения стационарных источников канцерогенной опасности; на территориях с максимальными уровнями загрязнения атмосферного воздуха, что оценивать с учетом данных анализа снегового покрова на содержание канцерогенов;

- в районах проживания населения с высокой плотностью и распространенностью онкопатологии среди населения отдельных территорий;
- 3) в связи со значительным вкладом ингаляционного пути воздействия в уровни канцерогенного риска здоровью населения, проводить ежегодное определение ПАУ, тяжелых металлов в пробах снегового покрова на постах мониторинга атмосферного воздуха;
- 4) применять высокочувствительные методы анализа на содержание и формы приоритетных канцерогенов в продуктах питания, питьевой воде (мышьяк, хром VI, хлорорганические соединения) для адекватной оценки уровней канцерогенного риска.

**Для медицинских организаций:**

- 1) регулярно проводить анализ динамики заболеваемости и смертности от ЗНО с применением методов эпидемиологической оценки риска для отдельных групп населения, ассоциированных с качеством окружающей среды;
- 2) информировать медицинское сообщество о проблемах и факторах канцерогенного риска для населения, связанных с нарушением нормативных требований к качеству окружающей и производственной среды, принципах самосохранительного поведения граждан;
- 3) разработка комплекса медико-профилактических мероприятий по диагностике, коррекции и предотвращению возникновения дополнительных случаев онкологических заболеваний населения, связанных с качеством окружающей среды.

***III. На локальном уровне:***

**Для работодателей:**

- 1) разработать комплекс мер, направленных на снижение организованных и неорганизованных выбросов в атмосферный воздух веществ, обладающими канцерогенным эффектом;

- 2) внедрить технологии, позволяющие минимизировать количества и время использования канцерогенов; сократить количество работников, подвергающихся их воздействию;
- 3) учитывать канцерогенные риски при оценке класса условий труда;
- 4) обеспечить коллективные (местную или общую вентиляцию) и индивидуальные меры защиты, регулярно проводить уборку полов, стен и других поверхностей для снижения канцерогенного воздействия;
- 5) актуализировать данные гигиенических паспортов канцерогеноопасного производства, включить в программы производственного контроля регулярные измерения уровней канцерогенов в воздухе рабочей зоны для получения объективной информации о постоянной экспозиции, и для обнаружения случайных выбросов при нестабильных рабочих процессах;
- 6) информировать работников о возможных канцерогенных рисках в доступной форме с целью повышения самосохранительного поведения, в том числе путем применения средств индивидуальной защиты, соблюдения требований техники безопасности, ответственного отношения к прохождению периодических медицинских осмотров;
- 7) расширить объем диагностических мероприятий при проведении периодических медицинских осмотров работников, подвергающихся воздействию канцерогенов для раннего выявления онкогенных процессов в организме в дополнение к требованиям Приказа № 302н МЗСР РФ от 12 апреля 2011 г. «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (освидетельствования)», и «Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров

(обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

### **Перспективы дальнейшей разработки темы**

Результаты проведенных исследований имеют перспективы продолжения при оптимизации плановых контрольно-надзорных мероприятий, направленных на снижение канцерогенного риска здоровью. Актуальным направлением может быть обоснование дальнейшего совершенствования социально-гигиенического мониторинга на локальном уровне с целью выявления групп и территорий риска; системы специализированной оценки условий труда для лиц канцерогеноопасных профессий. Полученные результаты могут служить базой для изучения профессионального канцерогенного риска с учетом не только ингаляционного, но и перкутанного и перорального путей поступления токсикантов, выявления особенностей опухолевых процессов у работников различных производств.

### **ВЫВОДЫ**

1. В Республике Бурятия наиболее опасные, как источники выбросов веществ, обладающих канцерогенным эффектом, предприятия идентифицированы в г.Улан-Удэ, промышленных районах. В число приоритетных канцерогенов, определяющих уровень опасности, входят: сажа, бенз(а)пирен, хром шестивалентный.
2. Уровень впервые выявленной заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований населения Республики Бурятия в период 1992-2018 гг. характеризуется опережающим ростом: смертности от злокачественных новообразований - в 1,2 раза, суммарной онкологической заболеваемости в 1,5 раза, органов кроветворения и мочеполовой системы - в 2,8 раза; эндокринной системы - в 2 раза.
3. Многосредовой канцерогенный риск для населения г.Улан-Удэ находится в пределах  $1 \times 10^{-4}$  -  $1 \times 10^{-3}$  и оценивается как

неприемлемый. Долевой вклад в суммарный многосредовой канцерогенный риск веществ, поступающих ингаляционным путем, составляет 67,1%, алиментарным - 32,9%. Приоритетные канцерогены, содержащиеся в окружающей среде города Улан-Удэ: в атмосферном воздухе - формальдегид, бенз(а)пирен; в питьевой воде – мышьяк, кадмий и свинец; в пищевых продуктах - кадмий, мышьяк и свинец.

4. Формирование на территории города локальных очагов загрязнения канцерогенами подтверждено накоплением ассоциаций ПАУ (флюорен, фенантрен, флуорантен, пирен), тяжелых металлов (хром и свинец), твердых частиц, малой дисперсности, в снеговом покрове. В точках отбора, расположенных в зоне влияния источников средних и низких выбросов, выявлены наибольшие уровни содержания ПАУ, что связано с неполным сгоранием топлива в системах отопления малой мощности.
5. Заболеваемость злокачественными новообразованиями трудоспособного населения поликлиники, обслуживающей территорию, прилегающую к промышленной зоне крупного предприятия, выше, чем в других районах города: у мужчин в 1,6-2,4 раза, у женщин - в 1,2-1,7 раза. Структура ЗНО по локализации в данном районе отличается большим долевым вкладом опухолей органов дыхания и кроветворной системы по сравнению с другими районами города ( $p < 0,01$ ).
6. Информативность факторов риска ЗНО для лиц обоего пола составляет ранговый ряд: табакокурение > производственные канцерогены > отягощенная наследственность > в анамнезе вирусный гепатит В = сахарный диабет > проживание на территории с повышенным загрязнением атмосферного воздуха. Содержание в атмосферном воздухе бенз(а)пирена г. Улан-Удэ ассоциировано с первичной заболеваемостью злокачественными новообразованиями

взрослого населения всех локализаций ( $r_{sp} = 0,61$  ( $p=0,05$ )); легких, трахеи, бронхов ( $r_{sp} = 0,46$  ( $p=0,1$ )).

7. Для представителей канцерогеноопасных профессий, в условиях экспозиции хрома VI, никеля, бензола, формальдегида, верхний предел приемлемого ICR достигается: на вагоноремонтном предприятии при минимальном стаже от 2,9-3,2 до 15,4-24,6 года; на авиационном заводе - от 6,5 года до 9,6-16,2 года.
8. Для работников канцерогеноопасного предприятия характерны высокие риски заболеваемости ЗНО: по сумме локализаций – RR=6,6; органов дыхания RR=10,1; пищеварения RR=7,8; половых органов RR=5,7; мочевыводящих путей RR=5,4; лимфоидных и кроветворных тканей RR=5,1 и меланомы RR=4,2. Опухоли указанных локализаций имеют большую производственную обусловленность (76,2 - 90,1%).
9. Результаты исследования позволили обосновать систему мероприятий, направленных на предотвращение вреда здоровью обусловленному воздействием веществ, обладающих бластомогенным эффектом, для заинтересованных органов и учреждений в рамках их компетенций.

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АЗ - ОАО «Улан-Удэнский авиационный завод»

БЦГМС - Бурятский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

ГБ - городская больница

ГП - городская поликлиника

ГБУЗ - государственное бюджетное учреждение здравоохранения

ЗНО - злокачественные новообразования

ЛВРЗ - Улан-Удэнский филиал ЗАО «Желдорреммаш»  
(локомотивовагоноремонтный завод)

ПАУ- полиароматические углеводороды

ПДК - предельно допустимая концентрация

ПНД Ф - природоохранный нормативный документ федерального уровня

РБ - Республика Бурятия

РФ - Российская Федерация

ТЭЦ - теплоэлектростанция

ФБУЗ - федеральное бюджетное учреждение здравоохранения

CI- 95-процентный доверительный интервал

EF - этиологическая доля

RR - относительный риск

ICR<sub>i</sub> - ингаляционный индивидуальный канцерогенный риск

ΣICR- суммарный индивидуальный канцерогенный риск

PCR - популяционный канцерогенный риск

SF - фактор наклона

UR - единичный риск

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Агаркова О.А., Войт Л.Н. Проблемы здоровья населения региона с низкой плотностью по данным Амурской области // Казанский медицинский журнал. 2014. - 95 (2). - С. 254-257.
2. Агеева Н. В., Каткова М. Н., Иваницкая М. В. Оценка ингаляционного канцерогенного риска для населения загрязнённых районов Челябинской области // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2013. - Т. 22. - №1. - С. 26-35.
3. Адриановский В.И., Липатов Г.Я., Кузьмина Е.А., Злыгостева Н.В., Русских К.Ю., Шарипова Н.П. и др. Оценка профессионального канцерогенного риска для здоровья работников предприятия по получению черновой меди // Анализ риска здоровью. - 2017. - №1. - С. 98-105.
4. Аксенова И.А., Доможирова А.С., Новикова Т.С. Динамика показателей заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований легких населения южного Урала - крупного промышленного региона // Онкология. Журнал Им. П.А. Герцена. - 2017. - Т.6. - № 3. - С. 48-51.
5. Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Воробьева Л.М., Хандогина Е.К., Новиков С.М., Шашина Т.А. и др. Экология и устойчивое развитие региона размещения Нововоронежской АЭС // Атомная энергия. - 2010. - 109(2). - С. 109-14.
6. Бакиров А.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р., Степанов Е.Г., Давлетнуров Н.Х. Эколого-гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения техногенных территорий республики Башкортостан // Медицина труда и экология человека. - 2018. - № 3 (15). - С. 5-12.
7. Белых Л.И., Горшков А.Г., Рябчикова И.А., Серышев В.А., Маринайте И.И. Распределение и биологическая активность полициклических ароматических углеводородов в системе источник - снежный покров - почва

- растение // Сибирский экологический журнал. - 2004. - Т. 11. - № 6. - С. 793-802.
8. Белых Л.И., Халтурина Д.А., Мухамедьянова Р.Р. Мониторинг выбросов бенз(а)пирена в атмосферу при открытом и печном горении различных материалов XXI век // Техносферная безопасность. - 2017. - Т. 2. - № 1 (5). - С. 23-37.
9. 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. - № 6 (279). - С. 4-7.
10. Бойцов С.А., Чучалин А.Г., Арутюнов Г.П., Биличенко Т.Н., Бубнова М.Г., Ипатов П.В. и др. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний. М.; 2013. (доступ: [http://wp-content/uploads/2012/01/ro\\_profilaktike\\_niz.pdf](http://wp-content/uploads/2012/01/ro_profilaktike_niz.pdf)).
11. Болошинов А.Б., Макарова Л.В., Ханхареев С.С., Мадеева Е.В., Чудинова О.Н. Состояние проблемы и перспективы снижения риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в Байкальском регионе // Гигиена и санитария. - 2007. - № 5. - С. 24-26.
12. Валеева Э.Р., Степанова Н.В., Камалова Ф.М., Гиниатуллина Р.Р., Kauhanen Ju. Закономерности формирования заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований в Республике Татарстан // Гигиена и санитария. - 2015. № 94(9). - С. 9-12.
13. Всемирный доклад о раковых заболеваниях, 2014г. (доступ 01.09.2016г. <http://publications.iarc.fr/Non-Series-Publications/World-Cancer-Reports/World-Cancer-Report-2014>).
14. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
15. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Федореев Р.В., Новикова И.И., Ерофеев Ю.В. Факторы риска в развитии онкологической заболеваемости населения

Красноярского края / Вестник уральской медицинской академической науки. - 2015. - №2. - С 29-31.

16. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2007 году». – М.; Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008.

17. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации». – М.; Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012.

18. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году». – М.; Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014.

19. Гудинова Ж.В., Жернакова Г.Н. Методика анализа данных «Персентиль-профиль». ФГУП «Всероссийский научно-технический информационный центр». Св-во № 72200800022. 6с.

20. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Власов И.А., Кузьмина Е.А., Липатов Г.Я., Плошко Э.Г., и др. Результаты и методологические аспекты оценки канцерогенной опасности субъектов хозяйственной деятельности на примере Свердловской области // Здоровье населения и среда обитания. - 2013. - № 4(241). - С. 6-8.

21. 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. - № 2(53). - С. 40-43.

22. Дзугкоева Ф.С., Можаяева И.В., Дзугкоев С.Г., Маргиева О.И., Отиев М.А., Тедтеева А.И., Карчаидзе Н.М. Механизмы токсичности тяжелых цветных металлов в эксперименте и клинике // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. - 2015. - № 10 (4). - С. 117-120.

23. Емцева Е.Д., Кику П.Ф., Мазелис А.Л. Использование методов многомерного статистического анализа для оценки динамики заболеваемости онкологическими новообразованиями // Экология человека. - 2019. - № 2. - С. 45-51.
24. Ефимова Н.В., Рукавишников В.С., Панков В.А., Пережогин А.Н., Шаяхметов С.Ф., Мешакова Н.М., Лисецкая Л.Г. Оценка канцерогенного риска для работников предприятий Иркутской области // Гигиена и санитария. - 2016. - № 95(12). - С. 1163-1167.
25. Жолдакова З.И., Сеницына О.О., Печникова И.А., Савостикова О.Н. Актуальные направления гармонизации законодательных основ по обеспечению безопасности химических загрязнений для здоровья человека и окружающей среды // Анализ риска здоровью. - 2018. - №2. - С.4-13.
26. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Горяев Д.В., Клейн С.В. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором // Анализ риска здоровью. - 2016. - № 4. - С. 4-16.
27. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Ханхареев С.С., Болошинова А.А. Научно-методические аспекты и практический опыт формирования доказательной базы причинения вреда здоровью населения в зоне влияния отходов прошлой экономической деятельности // Гигиена и санитария. - 2017. - Т. 96. - № 11. - С. 1038-1044.
28. Замятин А.В. Современная организация противораковой борьбы и онкологической помощи в Российской Федерации // Экономика и социум. - 2017. - №6(37). - С. 15-17.
29. Заридзе Д.Г., Каприн А.Д., Стилиди И.С. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями и смертности от них в России // Вопросы онкологии. - 2018. - Т. 64. - № 5. - С. 578-591.
30. Заридзе Д.Г., Мукерия А.Ф., Шаньгина О.В. Взаимодействие факторов окружающей среды и генетического полиморфизма в этиологии

злокачественных опухолей // Успехи молекулярной онкологии. - 2016. - Т.3. - № 2. - С. 8-17.

31. Заридзе, Д.Г. Эпидемиология и профилактика рака // Вестник Российской академии медицинских наук. 2001. - С.6-14.

32. Злокачественные новообразования в России в 2016 году (заболеваемость и смертность). Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.; МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «ФМИЦ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2017.

33. Ибраева Л.К. Влияние экологических факторов окружающей среды на развитие заболеваний у населения // Медицина труда и промышленная экология. - 2014. - № 8. - С. 38-43.

34. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность. М.: Медицина, 2002. - 392с.

35. Информационно-методическое письмо №01/8981 – 1 – 34 от 18 июля 2011 «О некоторых канцерогенных факторах в среде обитания человека и профилактике их воздействия».

36. Информационный бюллетень ВОЗ. Раковые заболевания, обусловленные факторами окружающей среды и профессиональной деятельности. Женева: ВОЗ. 2011. - 350 с.

37. Капцов В.А., Вильк М.Ф., Панкова В.Б. Профессиональный риск работников железнодорожного транспорта. М.: ООО Фирма «Реинфор», 2007. - 293с.

38. Кику П.Ф., Алексеева Г.Н., Морева В.Г., Волков М.В., Юдин С.В. Влияние факторов среды обитания на распространённость рака почки и мочевого пузыря в биоклиматических зонах Приморского края // Казанский медицинский журнал. - 2017. - Т. 98. - № 3. - С. 423-429.

39. Корнилков А.С., Гурвич В.Б., Кузьмина Е.А., Привалова Л.И., Кузьмин С.В. Многосредовой канцерогенный риск для здоровья населения урбанизированных территорий Свердловской области. В кн.: Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., ред. Актуальные направления развития социально-

гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пермь: Книжный формат; 2013. - С. 202-210.

40. Коробицын Б.А., Куклин А.А., Манжуров И.Л., Никулина Н.Л. Оценка ущерба от сокращения ожидаемой продолжительности жизни в результате онкологических заболеваний // Экономика региона. -2013. - № 3(35). - С. 257-64.

41. Кузнецов В.В., Гусев К.В. Эпидемиология рака легких (трахеи, бронха и легкого) в Тюменской области // Академический журнал Западной Сибири. - 2017. - Т. 13. - № 3 (70). - С. 6-9.

42. Ларин С. А. Влияние загрязнений атмосферного воздуха автотранспортом на развитие злокачественных новообразований у населения г. Кемерово // Медицина труда и промышленная экология. - 2015. - № 5. - С. 9-13.

43. Лежнин В.Л., Казанцев В.С., Ползик Е.В. Оценка многофакторного влияния техногенного загрязнения на развитие рака легких у населения // Гигиена и санитария. - 2014. - Т. 93. - № 3. - С. 26-30.

44. Лопушов Д.В. Медико-гигиенические аспекты профилактики злокачественных новообразований работников канцерогеноопасных производств: автореф. дис. кан.мед.наук.: 14.00.07. - Казань, 2009.

45. Май И.В., Клейн С.В., Вековщина С.А., Ханхареев С.С., Мадеева Е.В., Землянова М.А., Долгих О.В. Гигиеническая оценка канцерогенного риска и онкологической заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния мест складирования отходов горнорудного комбината // Здоровье населения и среда обитания. - 2018. - № 5 (302). - С. 40-47.

46. Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. Актобе., 2012. - 131с.

47. Манжуров И.Л., Казанцев В.С., Лежнин В.Л. Применение системного анализа для оценки влияния техногенного загрязнения окружающей среды на формирование онкологической заболеваемости населения промышленного регион // Экология урбанизированных территорий. - 2014. - № 2. - С. 21-25.

48. Мешков Н.А. Приоритетные факторы риска окружающей среды в развитии онкопатологии / Научный альманах. - 2016. - N 5-3(19). - С. 309-318.
49. Мешков Н.А. Эпидемиологический анализ динамики и структуры смертности населения города Томска от злокачественных новообразований // Гигиена и санитария. - 2014. - Т. 93. - № 1. - С. 25-30.
50. Минина В.И. Комплексный анализ мутагенных и канцерогенных эффектов загрязнения окружающей среды в популяциях человека // Экология человека. - 2011. - № 3. - С. 21-29.
51. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека: Копенгаген; Региональные публ. ВОЗ, Европ. серия; № 85. - 2001.
52. Морева В.Г., Алексеева Г.Н., Кику П.Ф., Горборукова Т.В., Сабирова К.М., Литвинова У.М. Анализ распространения онкологических заболеваний в Приморском крае // Дальневосточный медицинский журнал. - 2018. - № 1. - С. 44-49.
53. Мун С.А., Ларин С.А., Браиловский В.В., Глушков А.Н. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения Кемеровской области раком желудка / Известия Самарского научного центра РАН. - 2009. - Т. 11. - № 1(6). - С. 1174-1177.
54. Мустафина Г.Т.. Оценка смертности женского населения Республики Башкортостан // Проблемы социальной гигиены здравоохранения и истории медицины. - 2015. - № 23 (2) - С. 8 -12.
55. Мышьяк // Инф. бюлл. ВОЗ №372, июнь, 2016 г. <http://who.int/mediacentre/factsheets/fs372/ru/>.
56. Новиков С.М. Сравнительная оценка канцерогенных рисков здоровью населения при многосредовом воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. - 2015. - № 2. - С. 88-92.
57. Новиков С.М., Фокин М.В., Унгурияну Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения

при воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. - 2016. - Т. 95. - № 8. - С. 711-716.

58. Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., Воробьева Л.М., Горяев Д.В., Тихонова И.В., Куркатов С.В. Сравнительная оценка канцерогенных рисков здоровью населения при многосредовом воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. - 2015. - № 2. - С. 88-92.

59. Одинцова И.Н., Писарева Л.Ф., Хрупенков А.В., Чойнзонов Е.Л. Смертность от злокачественных новообразований в Республике Алтай // Вопр. Онкол. - 2015. №61 (6). - С. 920-924.

60. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. - 2015. - Т. 94. - № 3. - С. 5-9.

61. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Май И.В., Андреева Е.Е. Кластерная систематизация параметров санитарно-эпидемиологического благополучия населения регионов российской федерации и городов федерального значения // Анализ риска здоровью. - 2016. - № 1 (13). - С.4-14.

62. Остапенко Л.Н., Павлова Н.И. К проблеме мониторинга за канцерогенами на предприятиях железнодорожного транспорта // Здоровье населения и окружающая среда. Материалы Всероссийской конференции. Иркутск: Издательство ООО «Типография «ИРКУТ»», 2017. - С. 57-60.

63. 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. - № 2. - С. 43-48.

64. Писарева Л.Ф., Одинцова И.Н., Ананина О.А., Бояркина А.П. Злокачественные новообразования у населения Сибири и Дальнего Востока // Сиб. онкол. журн. - 2015. - №1. - С. 68-75.

65. ПНД Ф 14.1:2:4. 214-06 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций железа, кадмия, кобальта,

марганца, никеля, меди, цинка, хрома и свинца в питьевых, поверхностных и сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии».

66. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Количественный химический анализ вод.

67. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». - Москва: Издательство стандартов, 1998. - 38с.

68. Попова А.Ю., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Орлов М.С., Ярушин С. В., Мишина А.Л. Научная концепция развития нормативно-методической основы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения // Гигиена и санитария. - 2017. - Т. 96. - № 12. - С. 1226-1230.

69. Потылицына Е.Н., Тасйко О.В., Сугак Е.В. Оценка влияния загрязнения воздуха предприятиями машиностроения на здоровье населения // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика МФ Решетнева. - 2016. - Т. 16. - №4. - С. 958-968.

70. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России; 2004.

71. Ракитский В.Н., Авалиани С. Л., Шашии Т.А., Додина Н.С. Актуальные проблемы управления рисками здоровью населения в России // Гигиена и санитария. - 2018. - Т. - № 6. - С. 572-575.

72. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Сеницына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования // Анализ риска здоровью. - 2015. - № 2. - С. 4-11.

73. Д 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» (с изм. 2004 г.) (доступ <http://www.complexdoc.ru/ntd/546349> 10.01.2017).

74. СанПиН 1.2.2353-08 Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности.

75. Серебряков П.В. системный подход к оценке факторов онкологического риска на горнорудных и металлургических предприятиях/ автореф. на соискание ученой степени доктора мед. наук. М., 2007.- 46с.
76. Серебряков П.В. Использование оценки канцерогенного риска на горнорудных и металлургических предприятиях заполярья // Гигиена и санитария. - 2012. - Т. 91. - № 5. - С. 95-98.
77. Серебряков П.В. Особенности экспертизы профессионального канцерогенного риска // Гигиена и санитария. - 2015. - №2. - С. 69-72.
79. Серебряков П.В., Рушкевич О.П. Злокачественные новообразования. Вопросы экспертизы связи с условиями труда // Медицина труда и промышленная экология. - 2015. - №10. - С. 22- 26.
- 7+. Синода В.А. Гигиеническая оценка профиля и уровня профессионального риска у рабочих основных профессий вагоностроительного производства // Анализ риска здоровью. - 2015. - №2. - С. 52-61.
80. Ситдикова И.Д., Иванова М.К., Малеев М.В, Аглямков В.А. Применение статистического анализа в оценке значимости канцерогеноопасных факторов // Практическая медицина. - 2014. - №4-1 (80). - С. 119-121.
81. Социально значимые заболевания населения России в 2016 году (Статистические материалы) (доступ [static-2.rosminzdrav.ru/system/...](http://static-2.rosminzdrav.ru/system/...) 04.04.2018).
82. Судакова Е.В. Многосредовой канцерогенный риск здоровью населения города Москвы // Здоровье населения и среда обитания. - 2015. № 6 (267). - С. 13-15.
83. Судейкина Н.А., Куренкова Г.В. Гигиеническая оценка условий труда ремонтников железнодорожного подвижного состава в заводских условиях // Гигиена и санитария. - 2015. - №7. - С.73-77.
84. Сучков В.В., Семаева Е.А. Оценка риска здоровью населения Самары и Новокуйбышевска от загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. - 2017. - Т. 96. - № 8. - С. 729-733.

85. Тармаева И.Ю., Браун Одонцэцэг., Ефимова Н.В. Оценка алиментарно обусловленных рисков, связанных с особенностями питания городских мужчин Монголии // Гигиена и санитария. - 2018. - Том 97. - №10. - С. 951-956.
86. Трапезников, Н.Н., Аксель Е.М. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ (состояние онкологической помощи, заболеваемость и смертность) - М.: РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН, 2001. - 296 с.
87. Турчанинов Д.В., Вильмс Е.А., Глаголева О.Н., Козубенко О.В., Данилова Ю.В., Гогодзе Н.В., Турчанинова М.С. Подходы к оценке и ведущие направления профилактики неблагоприятного воздействия комплекса факторов питания и образа жизни на здоровье населения // Гигиена и санитария. - 2015. - № 94(6). - С. 15-19.
88. Унгурияну Т.Н. Многосредовой канцерогенный риск для здоровья населения промышленного города. Гигиена и санитария // 2011. - №6. - С. 77-80.
89. Ханхареев С.С., Багаева Е.Е., Мадеева Е.В., Ткачева М.В., Говорина Ю.В. Управление качеством атмосферного воздуха с использованием методологии оценки риска для здоровья населения (на примере г.Улан-Удэ Республики Бурятия) // Здоровье населения и среда обитания. - 2013. - № 5 (242). - С. 7-9.
90. Чеботарькова С.А. Злокачественные новообразования и факторы риска у работающих на канцерогенно-опасных производствах // Здравоохранение Российской Федерации. - 2013. - № 3. - С. 55-56.
91. Чимитдоржиева Т.Н. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Республики Бурятия // Российский онкологический журнал. - 2013. - № 2.- С. 42-46.
92. Чойнзонов Е.Л., Писарева Л.Ф., Чердынцева Н.В., Бояркина А.П., Одинцова И.Н., Мартынова Н.А. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в регионе Сибири и Дальнего Востока. Состояние

- онкологической службы и пути ее улучшения / Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. - 2004. - № 2. - С.41-47.
93. Чуенкова Г.А., Карелин А.О., Аскарлов Р.А., Аскарова З.Ф. Оценка риска здоровью населения города Уфы, обусловленного атмосферными загрязнениями // Гигиена и санитария. - 2015. - № 94 (3). - С.24-30.
94. Щепин О.П. Роль диспансеризации в снижении заболеваемости населения // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. - 2015. - №1. - С. 3-7.
95. Яцына И.В., Попова А.Ю., Сааркоптель Л.М., Серебряков П.В. с соавт. Показатели профессиональной заболеваемости в Российской Федерации // Медицина труда и промышленная экология. - 2015. - №10. - С. 1-4.
96. Ali I., Hogberg J., Hsieh J.H., Auerbach S., et al. I. Gender differences in cancer susceptibility: role of oxidative stress // Carcinogenesis. - 2016. - No 37. - P. 985-992.
97. Almerud P., Akerstrom M., Andersson E.M., Strandberg B., Sallsten G. Low personal exposure to benzene and 1,3-butadiene in the Swedish petroleum refinery industry // Int Arch Occup Environ Health. - 2017. - No 90. - P. 713-724.
98. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices // Cincinnati, OH: ACGIH. - 2015.
99. Arney K. Improving brain-cancer therapies through mathematical modelling // Nature. - 2018. - Sep. - 561(7724). - P.52-53.
100. Liu S., Zeng J., Gong H., Yang H. et al. Quantitative analysis of breast cancer diagnosis using a probabilistic modelling approach // Comput Biol Med. - 2018. Jan. No1. - P. 168-175.
101. Atabi F., Mirzahosseini S.A.H. GIS-based assessment of cancer risk due to benzene in Tehran ambient air. Int. J. // Occup. Med. Environ. Health. -2013. No 26. - P.770-779. doi: 10.2478/s13382-013-0157-4.

102. Auchincloss A.H., Gebreab S.Y., Mair C., Diez Roux A.V. A review of spatial methods in epidemiology, 2000–2010 // *Annual Review of Public Health*. - 2012. - No 33. - P. 107-122.
103. Baatarkhuu O., Kim D.Y., Ahn S.H. et al Prevalence and genotype distribution of hepatitis C virus among apparently healthy individuals in Mongolia: a population-based nationwide study // *Liver Int*. - 2008. - No 28. - P. 1389-1395.
104. Backofen, R., Engelhardt, J., Erxleben, A., Fallmann, J. et al. RNA-bioinformatics: tools, services and databases for the analysis of RNA-based regulation // *J. Biotechnol*. - 2017. No 261. - P. 76-84.
105. Behrens T., Groß I., Siemiatycki J., Conway D.I. et al. Occupational prestige, social mobility and the association with lung cancer in men // *BMC Cancer*. - 2016. - No 16. - P. 395.
106. Bernacki E.J., Parsons G.E., Sunderman F.W.Jr. Investigation of exposure to nickel and lung cancer mortality: case control study at aircraft engine factory // *Ann Clin Lab Sci*. - 1978. - No 8(3). - P. 190-194.
107. Bosetti C., Boffetta P., La Vecchia C. Occupational exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons, and respiratory and urinary tract cancers: a quantitative review to 2005 // *Annals of Oncology*. - 2007. - vol. 18. - P. 431-446.
108. Boukovalas S., Sariego J. The Urban/Rural Dichotomy in the Distribution of breast Cancer Across Pennsylvania // *Am Surg*. - 2015. - Sep. No 81(9). - P. 884-888.
109. Burns A., Shin J.M., Unice K.M., Gaffney S.H. et al. Combined analysis of job and task benzene air exposures among workers at four US refinery operations // *Toxicol Ind Health*. -2017. - No 33. - P. 193-210.
110. Cao Y.M., Gao W.M., Liu J. Study on the health effects of occupational exposure to low concentrations of benzene // *Chinese Journal of Industrial hygiene and occupational diseases*. - 2018. - № 6. - P. 435-443.
111. Chemical risk assessment manual. Incheon: Korea Occupational Safety and Health Agency. - 2012. P. 1-95.

112. Cherrie J.W., Hutchings S., Gorman Ng. M Mistry R. et al. Prioritising action on occupational carcinogens in Europe: a socioeconomic and health impact assessment. *Br J Cancer*. - 2017. - No 11. - P. 274-281.
113. Cui P., Huang Y., Han J., Song F., Chen K. Ambient particulate matter and lung cancer incidence and mortality: a meta-analysis of prospective studies // *Eur J Pub Health*. - 2015. - No 25(2). - P. 324-329. doi: 10.1093/eurpub/cku145.
114. Directive 2004/37/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens or mutagens at work (доступ [http://ec.europa.eu/employment social/](http://ec.europa.eu/employment_social/) 10.01.2019).
115. Disease Reduction Programme: Cancer Project The nature and extent of use of, and occupational exposure to, chemical carcinogens in current UK workplaces (доступ <http://www.hse.gov.uk/> 10.01.2019).
116. Elliott E. G., Trinh, P., Ma, X., Leaderer, B. P. et al. Unconventional oil and gas development and risk of childhood leukemia: Assessing the evidence // *Sci. Total Environ*. - 2017. - No 576. - P. 138-147.
117. Eng A., Mannelje A., McLean D., Ellison-Loschmann L. et al. Gender differences in occupational exposure patterns // *Occup Environ Med*. -2011. - No 68. - P. 888–894.
118. 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. - No 12(2). - P. 149-159.
119. European Agency for Safety and Health at Work. Exposure to carcinogens and work-related cancer, a review of assessment methods. European Risk Observatory Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2014.
120. Franken C., Koppen G., Lambrechts N., Govarts E. et al. Environmental exposure to human carcinogens in teenagers and the association with DNA damage // *Environ. Res*. - 2017. - No 152. - P. 165-174.

121. Fritschi L. Mortality and cancer incidence in workers in two Australian prebake aluminium smelters. *Occupational and Environmental Medicine*. - 2009. - vol. 66. - P. 464-470. doi:10.1136/oem.2008.040964.
122. Franken C., Koppen G., Lambrechts N., Govarts E. et al. Environmental exposure to human carcinogens in teenagers and the association with DNA damage // *Environ. Res*. - 2017. - No 152. - P. 165-174.
123. Fujishiro K., Mobley A., Lehman E. Communicating risks after exposure has ended: former workers' perspectives on PCBs // *New Solut*. - 2013. Jan 1. - No 23(2). - P. 347-367.
124. GBD 2015 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. - 2016. - vol. 388 (10053). - P. 1659-1724.
125. Genovese G., Castiglia L., Pieri M., Novi C. et al. Occupational exposure to chromium of assembly workers in aviation industries // *J Occup Environ Hyg*. - 2015. - No 12(8). - P. 518-524.
126. Global battle against cancer won't be won with treatment alone Effective prevention measures urgently needed to prevent cancer crisis. WHO. Lyon/London, 2014 (доступ [https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr224\\_E.pdf](https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr224_E.pdf), 10.05.2019).
127. Gochfeld M. Sex differences in human and animal toxicology // *Toxicol Pathol*. - 2017. - No 45. - P. 172-189.
125. Grillo P., Consonni D., Caironi M., Sampietro G., Olivari L. et al. Update of the mortality study of workers exposed to polychlorinated biphenyls (PCBs) in two Italian capacitor manufacturing plants // *Med Lav*. - 2013. - 1 No 104(2). - P.107-14.
129. Gromiec J.P., Kupczewska-Dobecka M., Jankowska A., Czerczak S. Predictive models for the assessment of occupational exposure to chemicals: a new challenge for employer // *Medycyna Pracy*. - 2013. - No 5. - P. 699-716.

130. Havet N., Penot A., Morelle M., Perrier L., Charbotel B., Fervers B. Varied exposure to carcinogenic, mutagenic, and reprotoxic (CMR) chemicals in occupational settings in France // *Int Arch Occup Environ Health*. - 2017. - No 90. - P.227-41.
131. Hohenadel K., Raj P, Demers P.A., Zahm S.H., Blair A. The inclusion of women in studies of occupational cancer: A review of the epidemiologic literature from 1991-2009 // *Am J Ind Med*. - 2015. - No 58. - P. 276-81.
132. 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. - No 20. - P. 98-99.
133. Huo J., Dong A., Yan J., Wang L., Ma C., Lee S. Cadmium toxicokinetics in the freshwater turtle, *Chinemys reevesii* // *Chemosphere*. - 2017. - No 182. - P. 392-398.
134. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 100, A Review of Human Carcinogens, 2011 Lyon, France, International Agency for Research on Cancer, <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/PDFs>.
135. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Lyon, France. 2017. (<http://monographs.iarc.fr/> доступ 29.06.2017).
136. Ito K., Miki Y., Suzuki T., McNamara K.M., Sasano H. In situ androgen and estrogen biosynthesis in endometrial cancer: focus on androgen actions and intratumoral production // *Endocr Relat Cancer*. - 2016. - No. 23(7). - P. 323-335.
137. Kanyathare B., Peiponen K.E. Hand-Held Refractometer-based measurement and excess permittivity analysis method for detection of diesel oils adulterated by kerosene in field conditions. *Sensors (Basel)*. - 2018. - No 18(5). - 1551 p. doi: 10.3390/s18051551 (доступ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/20.05.2019>).
138. Kearney J. Food consumption trends and drivers. *Phil. Trans. R. Soc.* - 2010. - No 365. - P. 2793-2807.

139. Kim M.U., Byeon S.H. Evaluation of a chemical risk assessment method of South Korea for chemicals classified as carcinogenic, mutagenic or reprotoxic (CMR) // *Int J Occup Med Environ Health*. - 2018. - No 31(4). - P. 491-501. doi: 10.13075/ijomeh.1896.01125.
140. Lee S.W., Oh S.Y., Kim T.G. Overview of GHS (globally harmonized system) in Korea and the direction of further development // *J Loss Prev Process Ind*. - 2013. - No 26. - P. 904-907, <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2012.12.001>.
141. Lin Ch.-K., Lin R.-T., Chen T., Zigler C., Wei Y., and Christiani D.C. A global perspective on coal-fired power plants and burden of lung cancer // *Environ Health*. - 2019. - No 18. - P. 9. doi: 10.1186/s12940-019-0448-8.
142. Lipworth L., Sonderman J.S., Mumma M.T., Tarone R.E., Marano D.E., Boice J.D. Jr., McLaughlin J.K. Cancer mortality among aircraft manufacturing workers: an extended follow-up // *J Occup Environ Med*. - 2011. - No 53(9). P. 992-1007.
143. MacDonald L.A., Fujishiro K., Howard V. J., Landsbergis P., Hein M. J. Participation in a US community-based cardiovascular health study: investigating non-random selection effects related to employment, perceived stress, work-related stress, and family caregiving *Ann Epidemiol*. - 2017. - No 27(9). - P. 545-552.
144. Martin-Moreno J. M., Albrecht T., Krnel S.R. Boosting innovation and cooperation in European Cancer Control: key findings from the european partnership for action against cancer. Ljubljana, 2013.
145. McCarthy M C, O'Brien T. E., Charrier J.G., Hafner H.R. Characterization of the chronic risk and hazard of hazardous air pollutants in the United States using ambient monitoring data // *Environ Health Perspect*. - 2009. - No 117(5). - (дата обращения <http://ehp.niehs.nih.gov/>. 02.09.2015).
146. McCormack V., Joffe M., van den Berg E., Broeze N. et al., Breast cancer receptor status and stage at diagnosis in over 1,200 consecutive public hospital patients in Soweto, South Africa: a case series, *Columbia University Academic Commons*. - 2013. - <https://doi.org/10.7916/D8W37TS1>.

147. McNamara M., Noonan C., Ward T. Correction factor for continuous monitoring of wood smoke fine particulate matter // *Aerosol Air Qual Res.* - 2011. - No 11(3). - P. 315-322.
148. Musa G. J., Chiang P.-H., Sylk T., Bavley R.I, Keating W., Lakew B.et al. Use of GIS mapping as a public health tool-from cholera to cancer // *Health Services Insights.* - 2013. - No 6. - P. 111-116. doi:10.4137/HSI.S10471.
149. Naghavi M., Abajobir A.A., Abbafati C., Abbas K.M., et al., Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet.* - 2017. - No 390. - P.1151-1210.
150. Nelson D., Concha- Barrientos M., Driscoll T. et al. The Global Burden of Selected occupational diseases and injury risks: Methodology and Summary // *Am J Ind Med.* - 2005. - No 48 (6). - P. 400 - 418.
151. Nguyen-Pham S., Leung J., McLaughlin D. Disparities in breast cancer stage at diagnosis in urban and rural adult women: a systematic review and meta-analysis // *Ann Epidemiol.* - 2014. - No 24(3). - P. 228-235.
152. Nielsen E., Ostergaard G., Larsen J.Ch. Toxicological risk assessment of chemicals: A Practical Guide, Informa. - 2008. - 478 p.
153. Niewohner J, Cox P, Gerrard S, Pidgeon N. Evaluating the efficacy of a mental models approach for improving occupational chemical risk protection // *Risk Anal.* - 2004. - No 24(2). - P. 349-361.
154. Nkosi T.M., Parent M.É., Siemiatycki J., Rousseau M.C. Socioeconomic position and lung cancer risk: how important is the modeling of smoking? // *Epidemiology.* - 2012. - May. - No 23(3). - P. 377-385.
155. Nostedt M.C., McKay A.M., Hochman D.J., Wirtzfeld D.A et al.. The location of surgical care for rural patients with rectal cancer: patterns of treatment and patient perspectives // *Can J Surg.* - 2014. - Dec. - No 57(6). - P. 398-404.
156. Park S., Shin H.R., Lee B., Shin A. et al. Attributable fraction of alcohol consumption on cancer using population-based nationwide cancer incidence and

mortality data in the Republic of Korea // *BMC Cancer*. - 2014. - No 10. - doi: 10.1186/1471-2407-14-420.

157. Partovi E., Fathi M., Assari M.J., Esmaeili R., Pourmohamadi A., Rahimpour R. Risk assessment of occupational exposure to BTEX in the National Oil Distribution Company in Iran // *Chronic Dis. J.* - 2018. - No 4. - P. 48-55.

158. Pesatori A.C., Grillo P., Consonni D., Caironi M., Sampietro G., Olivari L. et al. Mortality study of workers exposed to polychlorinated biphenyls (Pcbs) in two Italian capacitor manufacturing plants // *Med Lav.* - 2013. - No 104(2). - P.107-114.

159. Peters CE, Ge CB, Hall AL, Davies HW, Demers PA. CAREX Canada: an enhanced model for assessing occupational carcinogen exposure // *Occup Environ Med.* - 2015. - No 72. - P. 64 -71.

160. lummer M., de Martel C., Vignat J., Ferlay J. et al.. Global burden of cancers attributable to infections in 2012: a synthetic analysis // *Lancet Glob Health.* - 2016. - Sep. No 4(9). - P.609-616. doi: 10.1016/S2214-109X(16)30143-7.

161. Radespiel-Tröger M., Geiss K., Twardella D., Maier W. et al. Cancer incidence in urban, rural, and densely populated districts close to core cities in Bavaria, Germany // *Int Arch Occup Environ Health.* - 2018. - Feb. - No 91(2). - P.155-174.

162. Rushton L. The Global Burden of Occupational Disease // *Curr Environ Health Rep.* - 201. - No 4(3). - P. 340-348.

163. Sadowski D.J., Geiger SW, Mueller GS, Zahnd WE, Alanee SR2 McVary KT. Kidney cancer in rural Illinois: Lower Incidence Yet Higher Mortality Rates. // *Urology.* - 2016. - No 94. - P. 90-95.

164. Salehi F., Ahmadian L. The application of geographic information systems (GIS) in identifying the priority areas for maternal care and services // *BMC Health Services Research.* - 2017. - No17. - P. 482.

165. Scarselli A., Corfiati M., Di Marzio D., Marinaccio A., Iavicoli S. Gender differences in occupational exposure to carcinogens among Italian workers // *BMC Public Health.* - 2018. - No 18(1). - P. 413.

166. Sitarz R., Skierucha M., Mielko J., Offerhaus G.J.A., Maciejewski R., Polkowski W.P. Gastric cancer: epidemiology, prevention, classification, and treatment // *Cancer Manag Res.* - 2018. - No 10. - P. 239-248.
167. Spencer-Hwang R., Montgomery S., Dougherty M., Valladares J., Rangel S., Gleason P. et al. Experiences of a rail yard community: Life Is Hard // *J Environ Health.* - 2014. - No 77(2). - P. 8–17. (доступ 20.05.2019 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4486117/>).
168. Spencer-Hwang R., Soret S., Knutsen S., Shavlik D., Ghamsary M., Beeson W.L. et al. Respiratory health risks for children living near a major railyard // *J Community Health.* - 2015. - No 40(5). - P.1015-1023. doi: 10.1007/s10900-015-0026-0. (доступ 20.05.2019 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25894422>).
169. Tan-Wilhelm D., et al. Impact of a Worker Notification Program: Assessment of Attitudinal and Behavioral Outcomes // *American Journal of Industrial Medicine.* - 2000. - No 37. - P. 205-213.
170. Troisi R., Altantsetseg D., Davaasambuu G., Rich-Edwards J. et al. Breast cancer incidence in Mongolia // *Cancer Causes & Control.* - 2012. - No 23. - Issue 7. - P. 1047-1053.
171. Turner M.C., Krewski D., Diver W.R., Pope C.A. 3rd, Burnett R.T., Jerrett M., Marshall J.D., Gapstur S.M. Ambient air pollution and cancer mortality in the cancer prevention. Study II // *Environ Health Perspect.* - 2017. - No 21. - P. 125-128.:087013. doi: 10.1289/EHP1249.
172. Wallace L., Buckley T., Pellizzari E., Gordon S. Breath measurements as volatile organic compound biomarkers // *Environ. Health Perspect.* - 2001. - Vol. 104. - P. 861 - 869.
173. Weiderpass E. Lifestyle and cancer risk // *J Prev Med Public Health.* - 2010. - No43(6). - P. 459-471.
174. WHO Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013–2020. Geneva: World Health Organization; 2013 (доступ 08.04.2018 <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/en/>).

175. WHO Chemical Risk Assessment Network, WHO: Public Health and Environment. Corporate publications. - 2013.
176. Wogan G.N., Hecht S.S., Felton J.S., Conney A.H., Loeb L.A. Environmental and chemical carcinogenesis // *Semin Cancer Biol.* - 2004. - No 14(6). - P. 473-86.
177. Wong C.M., Tsang H., Lai H.K., Thomas G.N. et al. Cancer mortality risks from long-term exposure to ambient fine particle // *Cancer Epidemiol Biomark Prev.* - 2016. - No 25(5). - P. 839-845. doi: 10.1158/1055-9965.
178. World Cancer Research Fund. American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington, D.C: American Institute for Cancer Research, 2007 (<http://monographs.iarc.fr/> доступ 20.07.2017).
179. Yang H.P., Gonzalez Bosquet J., Li Q., Platz E.A et al. Common genetic variation in the sex hormone metabolic pathway and endometrial cancer risk: pathway-based evaluation of candidate genes // *Carcinogenesis.* - 2010. - No 3. -P. 827-833.
180. Zuniga S.A., Lango M.N. Effect of rural and urban geography on larynx cancer incidence and survival // *Laryngoscope.* - 2018. - No 128(8). - P. 1874-1880.

## СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

	Стр.
1. Таблица 2.1 Дизайн диссертационного исследования .....	30
2. Таблица 2.2 Перечень постов мониторинга атмосферного воздуха в г. Улан-Удэ.....	33
3. Рисунок 3.1.1 Дендрограмма районов Республики Бурятия по суммарной канцерогенной опасности .....	39
4. Таблица 3.1.1 Ранговый ряд основных территорий канцерогенного риска в РБ. ....	40
5. Рисунок 3.1.2 Долевой вклад веществ в суммарную величину сравнительного индекса канцерогенной опасности по предприятиям, % .....	41
6. Рисунок 3.1.3 Дендрограмма канцерогенов, поступающих в атмосферный воздух Республики Бурятия, по HRCscap.....	42
7. Рисунок 3.1.4 Долевой вклад основных канцерогенов в суммарную канцерогенную опасность, %.....	43
8. Таблица 3.2.1 Средние показатели онкологической заболеваемости и смертности населения Республики Бурятия за 1991-2015 годы (на 100 тысяч населения).....	45
9. Таблица 3.2.2 Динамика онкологической заболеваемости населения Республики Бурятия (на 100 000 населения).....	46
10. Рисунок 3.2.1 Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Республики Бурятия.....	47
11. Рисунок 3.2.2 Смертность от злокачественных новообразований населения Республики Бурятия.....	48
12. Таблица 3.3.1 Показатели онкозаболеваемости и смертности от злокачественных новообразований населения Республики Бурятия (на 100 тысяч населения).....	50
13. Рисунок 3.3.1 Первичная заболеваемость злокачественными новообразованиями в г. Улан-Удэ и Республике Бурятия за 1992-2014 гг.....	51

14. Таблица 3.3.2 Характеристика динамики онкологической заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований населения Республики Бурятия.....	52
15. Рисунок 3.3.2 Структура по локализациям заболеваемости населения в Республике Бурятия, г. Улан-Удэ, районов.....	53
16. Рисунок 3.3.3 Результаты иерархической классификации районов Республики Бурятия, г. Улан-Удэ по показателям онкозаболеваемости и смертности.....	54
17. Таблица 4.1.1 Среднегодовое содержание химических веществ в воздухе по постам (мкг/м <sup>3</sup> ) за 2005-2015гг.....	55
18. Таблица 4.1.2 Содержание канцерогенов в снеговых пробах г. Улан-Удэ.....	56
19. Рисунок 4.1.1 Содержание полиароматических углеводородов в снеговом покрове г. Улан-Удэ (мкг/дм <sup>3</sup> ).....	57
20. Таблица 4.1.3 Среднее содержание полициклических ароматических углеводородов в снеговых пробах Улан-Удэ.....	58
21. Таблица 4.1.4 Содержание взвешенных веществ в приземном слое атмосферного воздуха г. Улан-Удэ (среднее 2009-2015 гг.).....	60
22. Таблица 4.1.5 Результаты гранулометрического анализа атмосферных взвесей в исследуемых диапазонах (пробы снегового покрова) .....	60
23. Таблица 4.1.6 Средние концентрации химических веществ, поступающих пероральным путем, в г. Улан-Удэ за 1996-2016 гг. ....	64
24. Таблица 4.2.1 Характеристика ингаляционного канцерогенного риска для населения различных районов г. Улан-Удэ за 2005-2015гг. ....	66
25. Таблица 4.2.2 Характеристика перорального канцерогенного риска для населения г. Улан-Удэ за 1996-2016 гг. ....	68
26. Рисунок 4.2.1 Долевой вклад в индивидуальный канцерогенный риск для населения г. Улан-Удэ отдельных пищевых продуктов (%) .....	69

27. Таблица 4.2.3 Суммарные индивидуальные канцерогенные риски при поступлении с питьевой водой, пищевыми продуктами и атмосферным воздухом.....	70
28. Таблица 4.3.1 Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения г. Улан-Удэ (на 1000 человек).....	72
29. Рисунок 4.3.1 Структура онкозаболеваемости по средним величинам за 1992-2014гг. населения г. Улан-Удэ .....	73
30. Рисунок 4.3.2 Заболеваемость злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов, легких населения г. Улан-Удэ (на 100 тыс. человек) .....	74
31. Рисунок 4.3.3 Заболеваемость злокачественными новообразованиями желудка населения г.Улан-Удэ (на 100 тыс. человек) .....	74
32. Рисунок 4.3.4 Заболеваемость злокачественными новообразованиями кожных покровов населения г.Улан-Удэ (на 100 тыс. человек).....	75
33. Таблица 4.3.2 Относительный риск заболеваемости злокачественными новообразованиями взрослого населения отдельных территорий г. Улан-Удэ .....	76
34. Таблица 4.3.3 Относительный риск смертности населения г. Улан-Удэ (2006-2016гг.) RR(CI).....	78
35. Таблица 4.3.4 Корреляционные связи между показателями онкопатологии и загрязнением среды обитания канцерогенами в городе Улан-Удэ.....	79
36.Таблица 5.1.1 Доля работников, экспонированных приоритетными производственными канцерогенами, на предприятиях города Улан-Удэ.....	82
37. Таблица 5.1.2 - Расчетные величины индивидуальных канцерогенных рисков и продолжительности максимально приемлемого стажа для работников канцерогеноопасных профессий .....	84
38. Таблица 5.1.3 Индивидуальный канцерогенный риск для работников основных профессий вагоноремонтного производства.....	87
39. Рисунок 5.1.1 Индивидуальный канцерогенный риск для работников различных профессий канцерогеноопасных предприятий.....	89

40. Таблица 5.2.1 Среднегодовая смертность от злокачественных новообразований работников канцерогеноопасного предприятия (2006-2016 гг.) .....	92
41. Таблица 5.2.2 Относительный риск смертности от злокачественных новообразований у работников канцерогеноопасного предприятия (оба пола).....	93
42. Рисунок 5.2.1 Характеристика относительного риска смертности от злокачественных новообразований у мужчин - работников канцерогеноопасного предприятия (RR (95%-й CI)).....	94
43. Рисунок 5.2.2 Характеристика относительного риска смертности от злокачественных новообразований у женщин, работающих на канцерогеноопасном предприятии (RR (95%-й CI)).....	94
44. Таблица 5.2.3 Среднегодовая заболеваемость злокачественными новообразованиями работников канцерогеноопасного предприятия (2006-2016гг) .....	96
45. Таблица 5.2.4 Относительный риск злокачественных новообразований работников канцерогеноопасного предприятия .....	97
46. Рисунок 5.2.3 Характеристика относительного риска заболеваемости злокачественными новообразованиями у мужчин - работников канцерогеноопасного предприятия (RR (95%-й CI)).....	98
4.7 Рисунок 5.2.4 Характеристика относительного риска заболеваемости злокачественными новообразованиями у женщин, работающих на канцерогеноопасном предприятии (RR (95%-й CI)).....	98
48. Таблица 5.3.1 Частота встречаемости факторов риска развития онкопатологии среди взрослого населения г. Улан-Удэ.....	100
49. Рисунок 5.3.1 Информативность факторов риска развития злокачественных новообразований для взрослого населения г. Улан-Удэ.....	101

ПРИЛОЖЕНИЯ

## АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», профессор, д.м.н., профессор РАН



О.Л. Лахман

«24» 10 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Управления федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, к.м.н.



С.С. Ханхареев

«24» 10 2019 г.

## А К Т

об использовании (внедрении) результатов НИР

Результаты разработки Моторова В.Р.: «ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ»

использованы в работе отдела социально-гигиенического мониторинга Управления Роспотребнадзора по Республике Бурятия для:

- экспертизы вреда здоровью населения Республики Бурятия в связи с воздействием канцерогенных факторов химической природы;
- оптимизации системы мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха;
- оценки потенциального и реализованного канцерогенного риска для взрослого населения г. Улан-Удэ.

В результате использования получен медико-социальный эффект:

выявлены группы риска и территории риска развития злокачественных новообразований для разработки и внедрения профилактических мероприятий.

Представитель ФГБНУ ВСИМЭИ

г. Ангарск, 12А мкр-п, д.3  
тел. (3955) 58-69-10, доб. 1112

В.Р. Моторов

«24» 10 2019 г.

Представитель Управления

Роспотребнадзора по РБ  
г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 45 Б  
тел. 8 (3012) 41-25-74  
<http://03.rospotrebnadzor.ru/>  
начальник отдела СГМ

Е.Е. Багаева

«24» 10 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», профессор, д.м.н. профессор РАН



О.Л. Лахман

2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач ГБУЗ «Бурятский республиканский клинический онкологический диспансер»



И.А. Шагдурова

«14» 09 2019 г.

## А К Т

об использовании (внедрении) результатов НИР

Результаты разработки Моторова В.Р.: «ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ»

использованы в работе организационно-методического отдела ГБУЗ «Бурятский республиканский клинический онкологический диспансер» для:

- разработки комплекса медико-профилактических мероприятий по диагностике, коррекции и предотвращению возникновения дополнительных случаев онкологических заболеваний населения, связанным с качеством окружающей среды.

В результате использования получен медико-социальный эффект:

выявлены группы риска и территории риска развития злокачественных новообразований для разработки и внедрения профилактических мероприятий.

Представитель ФГБНУ ВСИМЭИ

г. Ангарск, 12А мкр-н, д.3  
тел. (3955) 58-69-10, доб. 1112

В.Р. Моторов

«15» 06 2019 г.

Представитель ГБУЗ «БРКОД»

г. Улан-Удэ, ул. Пирогова, д.32  
тел. 8 (3012) 43-75-05

заместитель главного врача по  
организационно-методической работе

Е.А. Шухоева

«14» 09 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Иркутский  
государственный медицинский  
университет» Министерства  
здравоохранения РФ, профессор, д.м.н.,



И.В. Малов

2019 г.

## А К Т

## об использовании (внедрении) результатов НИР

Материалы и методология исследований, представленные в диссертационной работе Моторова В.Р., «Оценка канцерогенного риска для населения Республики Бурятия» использованы в работе кафедры профильных гигиенических дисциплин при подготовке студентов по направлению медико-профилактическое дело (32.05.01), уровень – специалитет при освоении следующих профессиональных компетенций:

- способность и готовность к изучению и оценке факторов среды обитания человека и реакции организма на их воздействия, к интерпретации результатов гигиенических исследований;
- способность и готовность к выявлению причинно-следственных связей в системе "факторы среды обитания человека - здоровье населения";
- способностью и готовностью к определению степени воздействия на организм работника вредных факторов;
- способностью и готовностью к интерпретации результатов гигиенических исследований, к пониманию стратегии новых методов и технологий, внедряемых в гигиеническую науку и санитарную практику.

Заведующий кафедрой профильных гигиенических

дисциплин, д.б.н., профессор

« 04 » 09 2019 г.

*И.П. Игнатьева* И.П. Игнатьева





	Кяхтинская КЭЧ	0,03	99,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Курумканский	ООО "Универсал"	0,02	99,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ООО "Эгида"	0,02	99,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Курумкан Агрострой	0,04	99,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Кижингинский	МУП "Тепловик"	0,03	99,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	ООО "ЖКХ"	0,02	99,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Кабанский	Селенгинский ЦКК	0,42	97,35	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,97	0,00	1,08	0,11
	ООО "Тимлюйскийцем завод"	0,04	85,88	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,40	0,00	13,58	0,00
	МУП "Байкал- Сервис"	0,02	99,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
	ООО "Комфорт"	0,06	99,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	КабанскоеДРСУч	89,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,71	0,00	0,00	0,00
	ООО "Тимлюйский завод"	0,04	99,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00

	Тимлюйская ТЭЦ	0,08	99,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
Закаменский	ОАО МРА "Джидинский вольфрам"	0,78	97,28	1,04	0,00	0,11	0,00	0,01	0,78	0,00	0,00	0,00

## Содержание ПАУ в пробах снегового покрова города Улан-Удэ

Место отбора		ПАУ, мкг/дм <sup>3</sup>												
		флуорен	фенантрен	антрацен	флуорантен	пирен	бенз(а)антрацен	хризен	бенз(б)флуорантен	бенз(к)флуорантен	бенз(а)пирен	индено(123cd)пирен	дибенз(ah)антрацен	бенз(g hi)перилен
ул.Советская	в/р	0,134	0,086	0,007	0,093	0,051	0,006	0,026	0,008	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001
	н/р	0,14	1,84	0,06	0,60	0,30	0,09	0,15	0,19	0,13	0,11	0,10	0,01	0,11
	∑	0,27	1,92	0,07	0,69	0,35	0,09	0,18	0,20	0,13	0,11	0,10	0,01	0,11
Завод им. Кирова	в/р	0,146	0,167	0,015	0,055	0,032	0,007	0,020	0,012	0,008	0,006	0,004	0,000	0,004
	н/р	0,14	2,93	0,13	1,63	0,80	0,29	0,45	0,61	0,48	0,40	0,45	0,04	0,40
	∑	0,29	3,10	0,14	1,69	0,84	0,30	0,47	0,62	0,49	0,40	0,46	0,04	0,40
п. Загорск	в/р	0,125	0,027	0,003	0,030	0,018	0,004	0,017	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,001
	н/р	0,23	1,51	0,12	0,77	0,47	0,09	0,14	0,19	0,14	0,11	0,10	0,01	0,09
	∑	0,36	1,54	0,13	0,80	0,49	0,10	0,15	0,19	0,14	0,11	0,10	0,01	0,10
пр.Строителей	в/р	0,139	0,207	0,019	0,126	0,054	0,004	0,016	0,008	0,000	0,002	0,001	0,000	0,001
	н/р	0,43	3,53	0,20	1,68	0,95	0,19	0,33	0,37	0,29	0,22	0,23	0,02	0,24
	∑	0,57	3,73	0,21	1,81	1,01	0,19	0,35	0,38	0,29	0,22	0,23	0,02	0,24
ул.Ключевская	в/р	0,157	0,163	0,012	0,041	0,024	0,006	0,015	0,000	0,005	0,004	0,001	0,000	0,002
	н/р	0,25	2,28	0,10	0,87	0,47	0,12	0,21	0,26	0,18	0,17	0,19	0,02	0,18
	∑	0,41	2,44	0,11	0,91	0,49	0,12	0,22	0,26	0,18	0,17	0,19	0,02	0,18
п.Силикатный	в/р	0,000	0,007	0,001	0,019	0,016	0,004	0,008	0,009	0,005	0,003	0,002	0,000	0,003
	н/р	0,77	4,20	0,50	3,21	2,69	0,17	0,22	0,26	0,17	0,16	0,12	0,01	0,17
	∑	0,77	4,21	0,51	3,23	2,70	0,18	0,23	0,27	0,18	0,17	0,12	0,01	0,18
ул.Мерцкова	в/р	0,132	0,069	0,011	0,023	0,017	0,003	0,008	0,005	0,003	0,002	0,000	0,000	0,001
	н/р	0,57	6,07	0,51	2,84	1,76	0,32	0,46	0,49	0,37	0,31	0,26	0,03	0,28
	∑	0,70	6,14	0,52	2,87	1,78	0,32	0,46	0,49	0,37	0,31	0,26	0,03	0,28

п. Заречный	в/р	0,132	0,053	0,008	0,024	0,017	0,003	0,009	0,008	0,000	0,003	0,001	0,000	0,002
	н/р	0,21	1,36	0,10	0,61	0,39	0,09	0,12	0,15	0,10	0,11	0,08	0,01	0,08
	$\Sigma$	0,34	1,41	0,11	0,64	0,41	0,09	0,13	0,16	0,10	0,11	0,08	0,01	0,08
ул. 50-лет Октября	в/р	0,149	0,383	0,024	0,103	0,054	0,005	0,012	0,010	0,006	0,003	0,003	0	0,003
	н/р	0,07	1,31	0,06	0,10	0,55	0,17	0,32	0,37	0,25	0,20	0,26	0,03	0,22
	$\Sigma$	0,22	1,69	0,08	0,21	0,60	0,18	0,33	0,38	0,26	0,21	0,26	0,03	0,23
ул. Бабушкина	в/р	0,153	0,158	0,018	0,049	0,026	0,002	0,006	0,005	0,003	0,002	0	0	0,001
	н/р	0,24	3,27	0,18	1,99	1,21	0,53	0,72	1,08	0,24	0,58	0,84	0,08	0,71
	$\Sigma$	0,39	3,42	0,20	2,04	1,24	0,53	0,73	1,08	0,24	0,58	0,84	0,08	0,71
ул. Революции 1905 г.	в/р	0,128	0,077	0,010	0,043	0,023	0,004	0,011	0,007	0,005	0,004	0,003	0	0,003
	н/р	0,04	0,30	0,01	0,22	0,11	0,03	0,07	0,09	0,06	0,05	0,07	0,01	0,07
	$\Sigma$	0,16	0,38	0,02	0,26	0,13	0,04	0,08	0,10	0,07	0,06	0,07	0,01	0,07
фон	в/р	0,127	0,050	0,006	0,034	0,020	0,002	0,005	0,004	0	0,001	0	0	0,001
	н/р	0,03	0,07	0,01	0,08	0,04	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,00	0,03
	$\Sigma$	0,16	0,12	0,01	0,11	0,06	0,02	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,00	0,03

## Примечание

в/р – фракция, растворимая в воде

н/р - фракция, нерастворимая в воде

 $\Sigma$  - суммарное содержание