

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи



КУДУСОВА Луиза Халимовна

**КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО
РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ СОЧЕТАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
ВНЕШНЕСРЕДОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

3.2.1. Гигиена

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н., доцент Боев Михаил Викторович

Оренбург 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1.	ФОРМИРОВАНИЕ КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ХИМИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	14
1.1.	Злокачественные новообразования как актуальная медико-социальная проблема.....	14
1.2.	Вклад химических внешнесредовых канцерогенных факторов в формирование заболеваемости злокачественными новообразованиями.....	19
1.3.	Электромагнитное излучение как канцерогенный фактор среды обитания.....	28
1.4.	Особенности сочетанного действия факторов среды обитания на формирование канцерогенного риска для здоровья населения.....	39
ГЛАВА 2.	ОБЪЕКТ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	43
2.1.	Объект и материалы исследования.....	43
2.2.	Методы исследования.....	45
ГЛАВА 3.	ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА.....	55
ГЛАВА 4.	КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ КАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ.....	68

4.1.	Сравнительная гигиеническая оценка канцерогенной нагрузки на жилые территории промышленного города.....	68
4.2.	Комплексная гигиеническая оценка канцерогенного риска при многосредовом и многомаршрутном поступлении химических веществ.....	106
4.3.	Оценка причинно-следственных связей формирования заболеваемости злокачественными новообразованиями в условиях многокомпонентного химического загрязнения объектов среды обитания.....	110
ГЛАВА 5. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА.....		119
5.1.	Гигиеническая оценка электромагнитной нагрузки, формируемой базовыми станциями сотовой связи.....	131
5.2.	Оценка условий формирования экспозиции электромагнитных полей у пользователей абонентских терминалов сотовой связи (по данным анкетирования)	134
5.3.	Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения при воздействии электромагнитных полей от базовых станций и персональных средств сотовой связи.....	138
5.4.	Оценка причинно-следственных связей формирования заболеваемости злокачественными новообразованиями при воздействии электромагнитных полей радиочастотного диапазона.....	141
Глава 6. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОЧЕТАННОГО КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ НА ЖИЛЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА.....		145
6.1.	Сравнительная характеристика канцерогенного риска при сочетанном воздействии внешних химических и физических факторов на территории промышленного города.....	145
6.2.	Моделирование и прогноз заболеваемости злокачественными новообразованиями в условиях сочетанного воздействия факторов среды обитания.....	152

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	156
ВЫВОДЫ.....	162
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	164
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	166
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	167
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	169
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	208
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	211
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	213

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Сохранение здоровья и благополучия населения является основополагающим приоритетом для развития страны, что отражено как первостепенная национальная цель в Указах Президента Российской Федерации № 254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года» (2019 г.) [142] и № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года» (2020 г.) [140], в которых подчеркнута приоритетность реализации программ по борьбе с онкологическими заболеваниями. Злокачественные новообразования являются одной из основных причин общей смертности населения [72, 81], при этом по данным Международного агентства по изучению рака факторы среды обитания и образа жизни детерминируют более двух третей случаев заболеваний [331]. В ранее проведенных исследованиях онкоэпидемиологической обстановки в Оренбургской области было установлено, что за последний десятилетний период уровень первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями вырос на 23,7%, опережая среднегодовой показатель по РФ и ПФО в 1,5 раза [196].

В последние годы значительное количество научных исследований касались, в основном, оценки влияния химического фактора окружающей среды на формирование заболеваемости населения злокачественными новообразованиями [77, 112, 171, 179, 199], и недостаточно данных о канцерогенных рисках, ассоциированных с физическими факторами среды обитания.

По данным Всемирной организации здравоохранения электромагнитные поля (ЭМП) радиочастотного диапазона с 2011 года признаны канцерогенным фактором окружающей среды класса 2В [227]. При этом электромагнитная нагрузка на население увеличивается за счет размещения и функционирования

приемо-передающих радиотехнических объектов, главным образом, базовых станций сотовой связи (прирост количества на 20-50% в год на различных территориях), а также персональных абонентских устройств сотовой связи [48, 65, 185]. В то же время в отдельных работах представлены неоднозначные результаты о формировании риска развития злокачественных опухолей, ассоциированных с воздействием электромагнитных излучений [47, 233, 267, 294, 315].

При этом остается невыясненным целый ряд вопросов, касающихся гигиенической оценки канцерогенного риска при воздействии электромагнитных полей радиочастотного диапазона (300 МГц-300 ГГц) от базовых станций, персональных абонентских устройств сотовой связи, суммарного риска при воздействии ЭМП, а также оценки уровня сочетанного канцерогенного риска при многосредовой экспозиции химических веществ и электромагнитных полей.

Перечисленный круг нерешенных вопросов определяет актуальность, цели и задачи данного исследования.

Степень разработанности темы исследования. В многочисленных работах показано значение химических веществ в формировании заболеваемости злокачественными новообразованиями у населения [99, 106, 108, 326], при этом не в полной мере представлена гигиеническая оценка многосредового и многокомпонентного воздействия химических ксенобиотиков на здоровье населения [1, 6, 95, 126].

Исследования по изучению влияния электромагнитных полей на здоровье населения в основном касаются профессиональных групп [11, 116, 314, 316]. В отдельных работах проведена оценка уровней электромагнитных полей на территориях жилой застройки [37, 93, 309]. В ряде научных исследований представлена оценка сочетанного воздействия химического загрязнения атмосферного воздуха и транспортного шума [119, 120], действия химических веществ и электромагнитных полей 50 Гц на состояние здоровья населения [194].

Однако вопросы гигиенической оценки канцерогенного риска для здоровья населения при суммарном воздействии электромагнитных излучений от базовых станций и персональных средств сотовой связи, а также оценки сочетанного

канцерогенного риска здоровью населения, ассоциированного с воздействием многосредовых химических факторов и электромагнитных полей радиочастотного диапазона на территориях промышленного города остаются малоизученными.

В связи с этим важным аспектом установления причинно-следственных связей формирования онкологической заболеваемости населения промышленного города является оценка сочетанного риска, обусловленного воздействием химических и физических факторов среды обитания.

Цель исследования: провести гигиеническую оценку сочетанного канцерогенного риска здоровью и особенностей формирования онкологической заболеваемости у населения, ассоциированных с электромагнитными полями радиочастотного диапазона и внешнесредовыми химическими факторами промышленного города.

Задачи исследования:

1. Провести эпидемиологический анализ первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями у населения крупного промышленного города.
2. Выполнить сравнительную территориальную гигиеническую оценку канцерогенного риска здоровью населения при многокомпонентном многосредовом воздействии химических веществ.
3. Провести комплексную оценку канцерогенного риска здоровью населения при воздействии электромагнитных полей радиочастотного диапазона от базовых станций и персональных абонентских устройств сотовой связи.
4. Оценить сочетанный канцерогенный риск здоровью населения, ассоциированного с воздействием внешнесредовых химических и физических факторов на территориях промышленного города.
5. Выполнить оценку причинно-следственных связей между уровнем первичной онкологической заболеваемости населения и сочетанным действием канцерогенных факторов среды обитания.

Научная новизна исследования:

- Установлены внутритерриториальные эпидемиологические особенности злокачественных новообразований, территории риска формирования онкологической патологии, обусловленные уровнем антропогенной нагрузки.
- Проанализированы внутритерриториальные различия уровня и структуры многосредового канцерогенного риска при воздействии химических веществ в административных районах промышленного города.
- Научно обоснованы и идентифицированы внутритерриториальные уровни электромагнитных полей (300 МГц-300 ГГц) от базовых станций сотовой связи и персональных абонентских устройств с оценкой канцерогенного риска здоровью населения.
- Впервые параметризованы причинно-следственные связи зависимостей в системе «канцерогенные химические и физические факторы среды обитания – первичная онкологическая заболеваемость» для территорий крупного промышленного города.
- Впервые проведен анализ уровня и структуры сочетанного риска формирования онкологической заболеваемости населения, ассоциированного с воздействием внешнесредовых химических и физических факторов на территориях промышленного города.
- Научно обоснована прогностическая модель первичной онкологической заболеваемости населения при сочетанном действии факторов риска химической и физической природы.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследования расширяют представления о формировании суммарного канцерогенного риска здоровью населения при воздействии химических и физических факторов. Получены теоретически значимые данные о количественной оценке канцерогенного риска при воздействии ЭМП от передающих объектов сотовой связи (базовых станций) и использовании персональных абонентских устройств сотовой связи. Впервые разработана электронная карта города с расчетом внутритерриториальной удельной нагрузки и выделением территорий риска по данному фактору.

Практическая значимость заключается во внедрении результатов гигиенической оценки канцерогенных рисков при воздействии химических веществ на этапе планирования санитарно-эпидемиологических мероприятий в сфере контрольно-надзорной деятельности, организации региональной системы социально-гигиенического мониторинга на территории областного центра. Полученные результаты оценки электромагнитной обстановки города дают обоснование для выбора приоритетных точек инструментального контроля уровней электромагнитных полей (300 МГц-300 ГГц) в рамках социально-гигиенического мониторинга, в том числе в подготовке проектов информационно-методических писем.

Предложенный научно-методический подход для оценки сочетанных канцерогенных рисков позволяет на региональном уровне выделить территории, требующих первостепенных медико-профилактических мероприятий по снижению уровня риска здоровью населения. Представленная модель прогноза первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями населения позволяет выделить приоритетные направления первичной профилактики изучаемой патологии.

Результаты диссертационного исследования используются в курсе обучения студентов медико-профилактического факультета при чтении лекций и на практических занятиях на кафедре общей и коммунальной гигиены ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (акт внедрения от 24.01.2022).

На основании результатов данного научного исследования разработано информационно-методическое письмо «Формирование канцерогенного риска здоровью населения в условиях сочетанного действия факторов химической и физической природы» (Оренбург, 2022 г.), представленные в нем заключения и рекомендации используются в профилактической деятельности Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Оренбургский областной центр общественного здоровья и медицинской профилактики» (акт внедрения от 18.01.2022) (приложение В).

Методология и методы диссертационного исследования.

Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации на кафедре общей и коммунальной гигиены (номер государственной регистрации научно-исследовательской работы № 01201350428). Для достижения поставленной цели и выполнения задач данного исследования применены комплекс санитарно-гигиенических, эпидемиологических, социологических методов, методология оценки канцерогенного риска здоровью населения при воздействии химических канцерогенных веществ и переменных электромагнитных полей радиочастотного диапазона, статистические методы, в том числе метод математического анализа установления причинно-следственных связей, моделирования уровней онкозаболеваемости при воздействии химических и физического факторов среды обитания.

Положения, выносимые на защиту:

1. Первичная заболеваемость злокачественными новообразованиями населения промышленного города характеризуется высоким уровнем и стабильной динамикой роста показателей в Ленинском и Дзержинском районах, ассоциированных с воздействием химических факторов и электромагнитных полей радиочастотного диапазона.
2. Суммарный канцерогенный риск здоровью населения при многосредовой экспозиции химических веществ классифицируется как неприемлемый. Суммарный приведенный индекс канцерогенного риска при воздействии электромагнитных полей от базовых станций и персональных средств сотовой связи оценивается как низкий.
3. Сочетанный канцерогенный риск для здоровья населения, формируемый химическими факторами и электромагнитными полями радиочастотного диапазона, характеризуется как неприемлемый, и требует мероприятий по снижению уровня воздействия.

4. Прогностическая модель причинно-следственных связей в системе «канцерогенные факторы среды обитания – первичная заболеваемость злокачественными новообразованиями» устанавливает приоритетные факторы химической и физической природы для принятия управленческих решений на донозологическом этапе.

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов определяются методологическим качеством исследования (применены общенаучные методы, углубленный ретроспективный анализ с применением гигиенических и эпидемиологических методов, социологические методы и методология математического моделирования), значительным объемом первичного материала и продолжительным периодом исследования, использованием современных методов математического анализа данных.

Основные положения и результаты диссертационного исследования представлены и обсуждены на Всероссийских научно-практических конференциях с международным участием «Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью» (Пермь, 2013 г.), «Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» (Пермь, 2014 г.), «Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей» (Пермь, 2019 г.), «Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2020 и круглым столом по безопасности питания» (Пермь, 2020 г.), Пленуме «Научно-методологические и законодательные основы совершенствования нормативно-правовой базы профилактического здравоохранения: проблемы и пути их решения» (Москва, 2012г.), III Международном Форуме Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды «Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения» (Москва, 2018 г.), Всероссийской дистанционной интернет-конференции

«Актуальные вопросы ведения социально-гигиенического мониторинга» (Курск, 2012 г.), I Международной научно-практической Интернет-конференции «Современные проблемы здоровья и пути их решения», приуроченной к Всемирным дням борьбы с заболеваниями и проблем, связанных с ними (Оренбург, 2013 г.), Международном научно-практическом форуме «Наука и культура» (Оренбург, 2014 г.), III Международном молодежном научно-практическом форуме «Медицина будущего: от разработки до внедрения» (Оренбург, 2019 г.).

Диссертационная работа апробирована на расширенном заседании кафедр ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России: кафедра общей и коммунальной гигиены; кафедра общественного здоровья и здравоохранения № 1; кафедра эпидемиологии и инфекционных болезней; кафедра химии; кафедра микробиологии, вирусологии, иммунологии и кафедра биологии (протокол №1 от 07.02.2022 г.).

Публикации. Положения и результаты диссертационного исследования отражены в 16 опубликованных научных работах, в том числе 5 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации для публикации основных научных результатов диссертации, из них 1 – в журнале, индексируемом в базе данных Web of Science и SCOPUS.

Личный вклад автора. Доля личного участия автора в процессе планирования и проведения диссертационного исследования составила 80 %, включая постановку цели и задач исследования, выбора базы данных работы. Автор самостоятельно произвел анализ зарубежных и отечественных литературных источников по теме научной работы, осуществил сбор первичных данных по состоянию объектов среды обитания, выполнил инструментальные исследования уровней электромагнитных полей от базовых станций и персональных абонентских устройств сотовой связи, выкопировку данных по первичной заболеваемости населения злокачественными новообразованиями, сбор данных социологического исследования и статистический анализ материала. На основании полученных результатов исследования автор предложил рекомендации по снижению уровня риска здоровью населения изучаемой территории при

сочетанном воздействии канцерогенных химических факторов и электромагнитных полей радиочастотного диапазона для последующего внедрения в практику.

Объем и структура работы. Диссертационное исследование изложено на 214 листах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы «Объект, материалы и методы исследования», четырех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, перспективы дальнейшей разработки темы, списка литературы, включающего 331 источник, в том числе 229 отечественных и 102 иностранных автора, 3 приложений. Научная работа иллюстрирована 24 таблицами и 59 рисунками.

ГЛАВА 1. ФОРМИРОВАНИЕ КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ХИМИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Злокачественные новообразования как актуальная медико-социальная проблема

Одним из основным критериев, определяющим качество жизни современного человека, является состояние среды обитания и экологическая безопасность. В настоящее время ухудшение прогноза для показателей здоровья населения, в том числе демографической ситуации имеет нарастающий характер и является наиболее острой проблемой в Российской Федерации [61, 153]. Здоровье населения является не только индикаторным показателем экономического развития территории, но и трудно восполняемым ресурсом, так как формируется под воздействием целого ряда факторов [61, 146, 301, 325].

Злокачественные новообразования занимают второе ранговое место по причинам смертности и формируют негативную демографическую ситуацию в нашей стране, инвалидность вследствие онкологических заболеваний за последние десять лет увеличилась более чем в 1,5 раза [81, 84, 100, 107]. Актуальность и первоочередность профилактических мероприятий онкологических заболеваний подчеркнута в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

По прогнозам экспертов ВОЗ к 2030 году количество пациентов с впервые установленным диагнозом ЗНО возрастёт до 20 млн в год, что в 2 раза больше, чем

на данный период, при этом заболеваемость может выйти на первое место, уступив заболеваемости болезнями системы кровообращения [253, 331].

От злокачественных новообразований каждый год умирает более 6 млн человек, и более 10 млн первичных диагнозов регистрируется по всему миру [144, 331]. При этом наибольшие показатели заболеваемости отмечаются в Европейском и Западно-Океанском регионах, на них приходится более 3/5 всех онкологических больных в мире. Тогда как на Ближнем Востоке и Африке регистрируется около 4% пациентов с данным диагнозом. Данная территориальная неоднородность обусловлена рядом причин таких как увеличение доли пожилых людей в общей численности населения в Европейском регионе, влиянии факторов образа жизни, объеме лечебно-профилактических мероприятий [253]. Стандартизированные показатели заболеваемости в развитых странах превышают таковые в развивающихся в почти в 2 раза. Однако имеются существенные различия в структуре заболеваемости в отдельных регионах мира [301]. Так, если в развитых странах среди мужчин приоритетными локализациями являются предстательная железа, толстый кишечник, легкие, мочевой пузырь, то в развивающихся странах – опухоли легких, печени, желудка. На африканском континенте среди мужчин преобладают рак предстательной железы, неходжкинская лимфома и лейкемии [100, 144].

С начала XXI века в РФ ежегодно регистрируются более 450 тысяч впервые выявленных случаев злокачественных новообразований. По официальным статистическим данным в России за последнее десятилетие уровень общей онкозаболеваемости вырос в 1,5 раза, при этом 2,5% населения получает лечение по поводу данной патологии. Более трети случаев впервые выявленных заболеваний ЗНО приходится на трудоспособное население (15-59 лет). Следует отметить, что смертность от злокачественных новообразований в начале XX века в России по сравнению с началом 1990-х годов выросла от уровня 10,5‰ до 16,5‰ [82-84].

Ранее проведенные эпидемиологические исследования в г. Оренбурге показали ухудшение онкоэпидемиологической ситуации в регионе [73, 106, 108,

151, 172], что подтверждается принятием регионального плана мероприятий по «Борьбе с онкологическими заболеваниями» Правительством Оренбургской области №451-пп от 28.06.2019 г., основной целью которой является снижение онкосмертности населения с 228,1 человек на 100 тыс. населения области в 2017 году до 208,3 – в 2024 году. За последние десять лет (с 2008 по 2018 гг.) регистрируется стабильная тенденция к росту показателей первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями в Оренбургской области, аналогично ситуации по Российской Федерации и в мире. Ежегодный прирост уровня заболеваемости в области составляет в среднем 2,2%. В многолетней динамике показатель первичной заболеваемости по области является стабильно высоким и превышает не только показатель по Приволжскому федеральному округу (за весь анализируемый период на 10,2 %), но и в целом по Российской Федерации (на 11,2%). По официальным статистическим данным в Оренбургской области более 20% причин инвалидности населения приходится на заболевания злокачественными новообразованиями.

По опубликованным данным Агентства по охране окружающей среды США 85% всех видов рака обусловлены поведенческими факторами и показателями экологического неблагополучия окружающей среды [144, 331]. На сегодняшний день мультифакторная теория этиологии онкологических заболеваний является общепризнанной, так как учитывает воздействие различных по природе факторов, оказывающих влияние в течение всей жизни на человека [80]. В отечественных и зарубежных эпидемиологических исследованиях отмечена тенденция к росту заболеваемости экологически обусловленных форм злокачественных новообразований, к которым по определению Всемирной организации здравоохранения относятся 25% всех онкопатологий [14, 107, 151, 195]. В многочисленных региональных исследованиях установлена высокая экологическая обусловленность генеза таких локализаций новообразований как трахея, бронхи, легкие, молочная железа, почки, кожа (кроме меланомы), ободочная кишка и предстательная железа [70-74].

Онкологические заболевания являются одним из критериев оценки экологического благополучия территории. Изменения качества среды обитания напрямую влияют на особенности эпидемиологии данной патологии [9, 19, 147, 234, 321]. Важно отметить, что в последние десятилетия установлены существенные изменения уровня онкологической заболеваемости во всех странах по отдельным локализациям. Несмотря на то, что первое место в структуре заболеваемости стабильно занимают злокачественные новообразования трахеи, бронхов и легкого, в последние годы отмечается увеличение вклада таких локализаций как лимфатическая и кроветворная ткань, головной мозг, щитовидная железа, почки, предстательная железа и ряда других [84]. Так, согласно официальным данным статистики, за 2000-2018 гг. наибольший прирост отмечен среди локализаций: щитовидная железа (прирост составил 49%), меланома кожи (43%), печень и внутрипеченочные желчные протоки (40%), почка (38%), полость рта (36%), головной мозг и другие отделы ЦНС, поджелудочная железа и ободочная кишка (33%), лимфатическая и кроветворная ткань (22%). В то время как 10-летний прирост показателей уровня ЗНО легкого, бронхов и легкого составил 6% [82-84]. В то же время согласно данным официальной статистики европейских регистров уровень заболеваемости раком желудка сократился в 4 раза за последние четыре десятилетия. В Российской Федерации отмечена существенная тенденция к снижению заболеваемости ЗНО гортани, органов пищеварительной системы таких как пищевод, желудок, печень, а также губы, с 1994 года наблюдается снижение случаев злокачественных новообразований легкого.

Стоит отметить, что в последние годы установлены существенные изменения в структуре заболеваемости ЗНО среди детского населения. Так по официальным данным российской статистики отмечен устойчивый рост заболеваемости злокачественными новообразованиями головного мозга и других отделов нервной системы (18%), почек (78%), соединительной и других мягких тканей (54%). Стабильно высокими среди детей остаются показатели заболеваемости ЗНО лимфатической и кроветворной ткани, среди которых наиболее часто

диагностируются острый лимфолейкоз (36%), лимфо- и ретикулосаркомы (24%), лимфогранулематоз (16%) и другие острые лейкозы (16%) [84, 106, 144].

Стоит отметить, что по результатам многочисленных зарубежных и отечественных исследований доказанным является развитие таких отдаленных последствий влияния электромагнитных излучений как лейкозы и опухоли головного мозга [14, 28, 47, 48, 49, 298, 302]. В возрастной категории до 30 лет гемобластозы и опухоли головного мозга занимают первые ранговые места в общей структуре, составляя 32% и 10% соответственно. По всему миру сохраняется стойкая тенденция к росту показателей заболеваемости данными нозологическими формами [144]. При анализе динамики показателей ЗНО лимфатической и кроветворной ткани в Российской Федерации установлено, что за 10-летний период 2008-2018 гг. среди мужчин прирост составил 18,8%, среди женщин – 26,5%, прирост показателей среди детей от 0 до 9 лет составил 19,3 %, наибольший прирост в возрастной группе от 80 лет и старше (146,5%). В структуре онкологической заболеваемости среди детского населения гемабластозы составляют 42% [84].

Первичные опухоли центральной нервной системы представляют собой разнообразные по своей гистологической природе опухоли головного и спинного мозга и в 30% случаев являются злокачественными [14]. В Российской Федерации ежегодно регистрируется около 30 тысяч впервые выявленных случаев опухолей ЦНС. Глиомы наиболее часто диагностируются у мужчин, менингиомы – у женщин. Несмотря на то, что в общей структуре заболеваемости ЗНО головного мозга составляли в разные годы от 0,56% до 2%, они вызывают наиболее тяжелые последствия для организма [227]. В динамике показателей заболеваемости ЗНО головного мозга наблюдался наибольший прирост в 1993-2008 гг. на 99,0 %, в 2008-2018 гг. на 33 %. В динамике показателей заболеваемости ЗНО головного мозга среди женщин прирост регистрировался с 1993-2008 гг. на 110,1 %, с 2008-2018 гг. – 40,2%. Среди мужчин прирост наблюдался с 1993-2013 гг. на 90,1 %, с 2008-2018 гг. – 26 %.

Таким образом, проблема онкологических заболеваний остается приоритетной для современного общества. Актуальность управленческих решений в рамках государственной политики по отношению к контролю уровня заболеваемости ЗНО обусловлены неуклонным ростом данной патологии, трудностями в диагностике и дорогостоящее лечение. Особенно остро данная проблема стоит в промышленно развитых регионах с высоким уровнем онкологической заболеваемости. Отмеченные изменения в структуре заболеваемости ЗНО свидетельствуют об изменении приоритетных факторов риска для населения, обуславливающих развитие онкологической патологии. Стабильный рост заболеваемости злокачественных новообразований головного мозга и лимфатической и кроветворной ткани определяет необходимость донозологической диагностики данной патологии и проведение комплекса профилактических мероприятий, в том числе направленных на выявление факторов и групп риска. В 2013 году Министерством здравоохранения Российской Федерации утверждена научная платформа «Профилактическая среда», в задачу которой входит научное обоснование профилактических мероприятий в отношении распространенности онкологической патологии. На федеральном и региональном уровне утверждены программы эпидемиологического мониторинга и разработки факторной профилактики ЗНО. Изучение уровня онкозаболеваемости, которая служит маркером состояния среды обитания, позволяет планировать комплекс санитарно-гигиенических мероприятий на региональном уровне.

1.2 Вклад химических внешнесредовых канцерогенных факторов в формирование заболеваемости злокачественными новообразованиями

По данным авторов вклад химических средовых факторов в формирование онкологической заболеваемости населения составляет от 50% до 70%, при этом основными объектами негативного воздействия остаются атмосферный воздух,

питьевая вода, депонирующие среды и продукты питания [119, 128, 129, 152, 188, 227].

Промышленно развитые регионы характеризуются напряженной экологической обстановкой с формированием канцерогенных рисков для здоровья на уровне не приемлемом для населения [19, 92, 101, 133, 234]. Около ста тысяч веществ ежедневно используется в различных отраслях народного хозяйства. Более половины широко используемых в промышленности и сельском хозяйстве химических элементов и соединений Международное агентство по изучению рака отнесло к канцерогенам [7, 80, 218, 301, 305]. Помимо прямого канцерогенного воздействия ксенобиотики, выбрасываемыми различными подвижными и стационарными источниками, оказывают опосредованное воздействие на иммунную и кроветворную систему, увеличивая риски развития раковых заболеваний [122, 147, 156, 190]. Таким образом, оценка влияния химического загрязнения объектов среды обитания на уровень онкологической заболеваемости населения остается приоритетным направлением санитарно-гигиенических исследований.

Важнейшим аспектом гигиенической оценки среды обитания является изучение химического состава атмосферного воздуха с территориальным ранжированием [4, 163, 199, 202]. Подавляющее число авторов по результатам гигиенических исследований пришли к выводу, что приоритетным объектом экологического риска является атмосферный воздух [35, 42, 54, 125, 156, 203]. Приоритетность данного объекта среды обитания обусловлена высокой степенью зависимости состава атмосферного воздуха от ряда неуправляемых факторов, таких как погодных условий, времени года, характера застройки, плотности автомобильного потока и других [78, 94, 95, 326].

Региональные исследования качества атмосферного воздуха в промышленно развитых городах показали, что фактические концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК до 2-5 раз и более [134, 154, 163, 199, 203]. Многочисленные гигиенические исследования с оценкой уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями показали достоверное влияние промышленных выбросов на

развитие онкологической патологии населения крупных промышленных городов [289, 326].

В современных условиях существенно возросла роль подвижных источников загрязнения атмосферного воздуха, специфическими особенностями которых являются высокие темпы роста численности автомобилей, высокая токсичность выбросов и непосредственное распространение выбросов на селитебной территории [42, 54]. По данным авторов в крупных городах вклад передвижных источников в загрязнение атмосферного воздуха может составлять до 99% на территории, прилегающей к магистрали [112]. В исследованиях по комплексной оценке качества среды обитания, проведенных в регионах Российской Федерации, особое место уделено загрязнению атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта, в которых содержится более 200 канцерогенных загрязнителей, среди последних приоритетными остаются бензол, формальдегид, бенз[а]пирен, шестивалентный хром, никель, мышьяк, кобальт [1, 39, 90, 199].

На территориях с высокой техногенной нагрузкой распространенность заболеваний дыхательной системы среди населения обусловлена токсическим и канцерогенным воздействием целого ряда веществ, которые согласно классификации МАИР относятся преимущественно к группам 2А и 2В. Так по результатам региональных гигиенических исследований качества атмосферного воздуха приоритетными канцерогенами, формирующими неприемлемые уровни канцерогенного риска в соответствии с принятой классификацией, являются бензол, формальдегид, кобальт, мышьяк, шестивалентный хром, никель и другие. Данные вещества не только увеличивают риск развития злокачественных новообразований органов дыхательной системы, но и являются нейротоксинами, обуславливают высокую распространенность заболеваний органов системы кровообращения, пищеварительной системы, кожи [78, 97, 115, 207, 326].

Помимо канцерогенного загрязнения атмосферного воздуха не менее важное значение как фактор риска развития онкологической патологии имеет изменение качества питьевой воды. Проблема обеспечения населения питьевой водой, состав которой отвечает принятым санитарным нормам и правилам, остро стоит во многих

регионах страны [24, 41, 86, 103]. В современных условиях источники централизованного водоснабжения подвергаются мощному техногенному воздействию, при этом изменение состава вод увеличивает интегральный канцерогенный риск для населения [36, 40, 66, 86]. Так по данным Роспотребнадзора по состоянию на 2015 год качество более трети поверхностных и более четверти подземных источников централизованной системы водоснабжения не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам по химическим показателям [209, 212].

Результаты исследования качества питьевой воды в регионах страны показали высокие концентрации таких токсичных и канцерогенных веществ как кадмий и хлороформ. Хлорорганические вещества при этом вносят основной вклад в формирование суммарного канцерогенного риска. Среди канцерогенных загрязнителей питьевой воды по вкладу общий уровень риска первые ранговые места занимают мышьяк, хром (VI), хлорорганические вещества [103, 183, 202, 213].

Многочисленными гигиеническими исследованиями установлена достоверная связь между потреблением населением хлорированной воды и развитием ряда онкологических заболеваний [66, 202, 213]. При этом наиболее токсичными являются тригалогенметаны, входящие в перечень веществ, контролируемых в рамках СГМ. В работе Вишневецкого В.Ю. (2015г.) рассматривается проблема поступления и опасность хлорорганических веществ с питьевой водой при пероральном и ингаляционном пути воздействия [24].

Исследования канцерогенной опасности питьевой воды на территории Челябинской области установили высокую степень загрязнения источников водоснабжения такими поллютантами как мышьяк, хром и дихлорэтан, формирующие неприемлемые для населения уровни канцерогенных рисков [103].

При расчете канцерогенного риска при воздействии веществ, поступающих пероральным (водным) и ингаляционным путем в г. Перми установлено, что приоритетными канцерогенами являются хром (VI), формальдегид, бензол и мышьяк и хлороформ [99].

Не менее важным аспектом эколого-гигиенических исследований является санитарно-химическая оценка состава почв и изменения его в динамике. Химический состав почвы, как главной депонирующей среды, является экологическим индикатором состояния атмосферы и гидросферы [143]. Под влиянием антропогенной нагрузки происходит многолетняя аккумуляция химических ксенобиотиков во всех слоях почвы, поэтому динамический анализ геохимического загрязнения урбанизированных территорий является одним из направлений донозологической диагностики экологически обусловленных заболеваний [5]. Проблема гигиенической оценки состояния почв обусловлена несовершенством законодательства в данной сфере и неоднократным повышением ПДК тяжелых металлов в почве.

По результатам мониторинга состояния почв крупных промышленных центров с развитой нефтегазовой, металлургической и добывающей промышленностью доказано превышение уровня ПДК таких канцерогенов как свинец, мышьяк, никель, кадмий, бенз[а]пирен и шестивалентного хрома с одновременным дефицитом эссенциальных микроэлементов. В целой серии работ [5, 21, 143] были опубликованы данные по оценке загрязнения почвы соединениями свинца, мышьяка, никеля.

Высокий удельный вес неудовлетворительных проб почв по санитарно-химическим показателям наблюдается в крупных городах с развитой промышленностью, в зонах влияния предприятий и транспортных магистралей. По результатам исследования проб в разных городах установлено, что приоритетными загрязнителями являются ртуть, свинец, кадмий. Тяжелые металлы, накапливающиеся в почвенном покрове, активны и при трансграничном переносе, биоаккумулируются в различных органах и тканях организма, при этом токсичность их возрастает за счет комплексообразования и сочетанного действия.

Продукты питания являются одним из приоритетных факторов, обуславливающих поступление канцерогенных веществ в организм человека [27, 76, 96, 106, 109, 170, 217]. Массовое распространение химических загрязнителей в биосфере, накопление их в организмах животных и растениях, обуславливает

высокую антропогенную нагрузку при пероральном поступлении через пищевые продукты [76, 87, 92, 106]. В рамках реализации «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», утвержденной распоряжением правительства Российской Федерации № 1364-р от 29 июня 2016г., исследуются мониторинговые показатели качества и безопасности пищевых продуктов на соответствие требованиям нормативным документам Российской Федерации и законодательным требованиям Таможенного союза [166].

В Оренбургской области в исследованиях Кряжева Д.А. (2015 г.), Кряжевой Е.А. (2020г.) установлена высокая приоритетность продуктов питания как пути поступления токсичных и канцерогенных металлов [105, 106]. Результаты многосредовой оценки риска, проведенной в Челябинской области (В.И. Курчанов, Т.Е. Лим, 2015 г.) показали высокую приоритетность продуктов питания как фактора, обуславливающего наибольший суммарный риск здоровью. При этом приоритетным канцерогенным веществом является мышьяк [1].

Наибольший вклад в суммарный риск развития канцерогенных эффектов в отдельных регионах вносят такие продукты как рыба и морепродукты, плодоовощная продукция, продукты переработки зерна [106, 109, 161, 166]. Так, в исследованиях установлено, что в настоящее время такой канцероген как свинец поступает в организм преимущественно через пищевые продукты. Обладая общетоксическими свойствами, свинец вызывает развитие рака различных локализаций. Среди приоритетных канцерогенов первые ранговые места занимают мышьяк, свинец, кадмий [76, 193, 217].

По результатам расчетов канцерогенных рисков для здоровья детского населения при поступлении веществ с пищевыми продуктами А.В. Истоминым и Ю.Ю. Елисеевым (2014 г.) установлено, что для различных возрастных групп формируются приемлемые уровни рисков. Данные результаты подтверждаются и в других регионах России [27, 92, 106].

Гигиеническая оценка антропогенного воздействия в промышленных городах проводится путем комплексного изучения многолетних данных

мониторинга состояния атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и пищевых продуктов. Причем микродозы канцерогенов в подавляющем большинстве случаев действуют с эффектом суммации ввиду своего механизма действия [150]. Общепризнанная методология оценки риска остается главным научно обоснованным инструментом контроля качества среды обитания для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия территорий, при этом первостепенное значение приобретает ранжирование территорий и планирование профилактических мероприятий с учетом выявленных особенностей приоритетных факторов риска для здоровья населения [192]. Методология позволяет дать качественную и количественную оценку вероятности развития специфических нозологий за данный период экспозиции. Новый подход к оценке связей в системе «окружающая среда-здоровье населения» позволяет проводить сравнительный анализ структуры рисков для различных территорий, оценивать вклад различных факторов и выделять зоны и группы риска. Основной тенденцией развития данного научного инструмента является оценка интегрального риска с учетом комплексного и комбинированного поступления токсикантов, а также сочетанного воздействия с учетом влияния физических факторов среды обитания [167].

Многочисленные исследования по оценке индивидуальных канцерогенных рисков в городах с развитой промышленностью установили неприемлемые для населения в целом уровни воздействия, которые могут превышать допустимые значения для профессиональных групп. По данным гигиенических исследований в крупных промышленных городах уровни индивидуального канцерогенного риска здоровья населения превышают верхнюю границу приемлемого уровня для населения [38, 90, 99, 199, 203]. Риск-ориентированный подход является признанным методом оценки влияния факторов среды обитания на формирование заболеваемости экспонируемого населения. При этом существующая система социально-гигиенического мониторинга требует совершенствования с учетом новых приоритетных факторов среды обитания. Так, исследования, проведенные Новиковым С.М., Шашиной Т.А. со авторами, показали, что на территории

Красноярского края в рамках СГМ контролируются только 20% загрязнителей почвы и пищевых продуктов, и около половины загрязнителей питьевой воды и атмосферного воздуха [199].

Полученные данные по оценке канцерогенного риска при комплексном воздействии химического загрязнения среды обитания в отдельных регионах подтверждают актуальность углубленных гигиенических исследований и разработки комплекса законодательных, санитарно-технических и технологических и планировочных профилактических мероприятий.

На сегодняшний день многосредовая оценка риска является приоритетным направлением в области гигиенической диагностики в рамках социально-гигиенического мониторинга. Суммарный канцерогенный риск по результатам исследований, проведенных в крупных городах, многие годы остается на уровне не приемлемом для населения в целом. Ранее проведенные исследования показали, что на территории городов области уровни канцерогенных рисков оцениваются как неприемлемые, при этом наибольший вклад вносят такие широко распространенные канцерогены как бензол, мышьяк, бенз[а]пирен.

Многочисленные гигиенические исследования, проведенные на территории Оренбургской области, в целом показали высокую зависимость онкозаболеваемости и канцерогенной нагрузки среды обитания. Напряженная экологическая обстановка в регионе обусловлена высоким сосредоточением предприятий нефтегазодобывающей и горнорудной промышленности, которые являются источниками токсичных и канцерогенных веществ. Город Оренбург является центром промышленно развитого региона с высокой степенью формируемой антропогенной нагрузкой. Приоритетными источниками загрязнения воздушной и водной среды являются предприятия топливно-энергетического комплекса, машиностроения, а также железнодорожный и автомобильный транспорт. Около 62% от совокупного выброса химически опасных веществ, загрязняющих воздух населенных мест, поступают при эксплуатации автомобильного транспорта. Качество питьевой воды и химический состав депонирующих сред по данным ранее проведенных исследований

характеризуются относительно стабильными показателями содержания загрязняющих веществ с высоким риском для здоровья от отдельных канцерогенных веществ.

В работах Быстрых В.В. (1995 г., 2000 г.), Куксанова В.Ф. (2003 г.), Верещагина Н.Н. (2006 г.) дана комплексная оценка многосредовой канцерогенной нагрузки и биоаккумуляции канцерогенов у населения. Отдельные научные исследования касались химической антропогенной нагрузки, связанной с загрязнением атмосферного воздуха, питьевой воды, продуктов питания [62, 105, 106, 108, 209]. Однако на современном этапе развития урбанизированной среды произошли существенные изменения в структуре приоритетных источников и загрязнителей, связанных с увеличением доли передвижных источников в загрязнении атмосферного воздуха, увеличения степени химического загрязнения поверхностных и подземных вод, актуальностью проблемы обеспечения химической безопасности пищевой продукции. В связи с этим актуальной становится решение задачи многосредового канцерогенного риска с учетом изменившихся условий экспозиции.

Исследования, проведенные в последние годы, установили, что в крупных промышленных городах с устойчивым ростом источников загрязнения объектов среды обитания изменился перечень и ранговый порядок приоритетных ксенобиотиков, существенно возросла роль подвижных источников антропогенного воздействия, увеличилась доля канцерогенных химических веществ в структуре суммарной экспозиционной дозы ксенобиальной нагрузки. Многочисленные гигиенические исследования, проведенные на территории г. Оренбурга и Оренбургской области, показали возрастающую химическую антропогенную нагрузку и рост экологообусловленной патологии среди населения. В тоже время современные реалии диктуют необходимость проведения углубленной гигиенической оценки многосредовой многокомпонентной ксенобиальной экспозиции и выявления территориальных особенностей формирования канцерогенных рисков для здоровья населения.

Вышеизложенное свидетельствует о необходимости применения современных методов гигиенической диагностики многосредовой и многомаршрутной канцерогенной химической нагрузки с установлением причинно-следственных связей в системе «среда-здоровье» и приоритетных химических канцерогенов для управления негативными эффектами на здоровье населения.

1.3 Электромагнитное излучение как канцерогенный фактор среды обитания

Согласно имеющимся данным, среди приоритетных факторов внешней среды, формирующих медико-демографические потери населения, физические факторы занимают 3-е ранговое место после влияния атмосферных загрязнителей и питьевой воды [20]. Если химические факторы окружающей среды являются достаточно изученными по своему влиянию на здоровье населения, то физические факторы, в том числе электромагнитное излучение, в силу ограниченной доказательной базы по отношению к биологическим эффектам представляют собой особый интерес для изучения отдаленных эффектов воздействия. При этом физические факторы среды обитания имеют, как правило, хроническую форму воздействия и преимущественно кумулятивный эффект воздействия [11, 15, 56, 220].

Стремительный рост и развитие городской среды, разработка и внедрение современных средств связи в условиях развивающегося информационного поля, количественное увеличение энергоёмкого оборудования сопровождаются значительным ростом воздействия электромагнитного излучения. Высокий приоритет указанного неблагоприятного фактора обуславливается не только существенным увеличением числа высокочастотных, ультравысокочастотных и промышленных источников электромагнитного излучения в бытовой и учебно-производственной жизнедеятельности населения, но и значительным увеличением времени пользования ими различными группами населения, в том числе и детского [46].

По литературных данным за последние полвека суммарная суточная мощность электромагнитной нагрузки возросла более чем в 50 раз [51, 55].

В последнее десятилетие появился термин «электромагнитный смог», который отражает результаты отечественных и зарубежных исследований в области радиобиологии. Увеличение мощности техногенных источников ЭМИ, развитие телекоммуникационных и цифровых технологий привело к формированию сложно организованной электромагнитной среды [46].

Техногенный электромагнитный фон, создаваемый компонентами сотовой связи, значительно изменил структуру частотного диапазона электромагнитной нагрузки в целом. Если естественный электромагнитный фон характеризуется более низкочастотными воздействиями, то сотовая связь функционирует в диапазоне от 500 МГц. По оценкам экспертов, вклад сотовой связи в общую ЭМ нагрузку превышает вклад от теле- и радиопередатчиков до 20 раз [49, 53, 27, 131].

Антропогенные источники электромагнитного поля формируют кумулятивную интенсивность данного фактора, которая во многом превосходит естественный фон. Техногенное электромагнитное поле характеризуется большим набором частот и интенсивностей, а также различными видами воздействия: от локальных облучений различных участков тела до тотального круглосуточного воздействия [85, 127, 249, 294, 315].

Все источники ЭМП делятся условно на две большие группы: 1 - источники постоянных электромагнитных полей: электротранспорт, медицинское оборудование, промышленное технологическое оборудование и т.д.; 2 - источники переменных электромагнитных полей низкой (сверхнизкой) и высокой частоты.

Последняя группа является самой обширной и, как правило, данные источники формируют целые территории с уровнями ЭМИ, превышающими установленный ПДУ. В урбанизированной среде главными источниками ЭМП становятся элементы системы сотовой связи, станции радио- и телевидения, оборудование спутниковой и радиорелейной связи, генерирующие высокочастотные ЭМИ.

Абсолютно доказано, что биологические эффекты электромагнитных полей имеют различные направленность и точки приложения в организме человека, и последствия воздействия аккумулируются в виде патологических процессов на разных системных уровнях [31, 43, 56].

Биологическое воздействие ЭМП по данным отечественных и зарубежных авторов распространяется на наиболее чувствительные органы и системы – нервная, эндокринная, иммунная, кроветворная, половая [65, 121, 215, 219]. Особенно актуальным становится проблема для людей, входящих в группу риска – дети, беременные, лица с заболеваниями нервной системы, искусственными водителями ритма. Каждый год накапливаются все больше данных эпидемиологических и экспериментальных исследований о развитии отдаленных последствий при длительном воздействии ЭМП [114, 201, 204, 205, 206, 215].

МАИР вместе с представителями научных организаций 14 стран разработало классификацию канцерогенных факторов, при этом ЭМП радиочастотного диапазона отнесены в группу опасности 2В [227]. Соглашение, принятое МАИР по оценке потенциальной канцерогенной опасности ЭМИ, открыло вопрос о необходимости проведения эпидемиологических и клинических исследований данных эффектов при использовании мобильной сотовой связи. Высокая гигиеническая значимость и остающийся открытый вопрос о возможных канцерогенных эффектах ЭМИ определила актуальность многих исследований, проведенных в нашей стране и за рубежом.

Биологические эффекты воздействия ЭМИ нетепловых интенсивностей изучались при проведении многочисленных зарубежных и отечественных эпидемиологических и клинических исследований. Результаты исследований показали высокий риск развития таких неблагоприятных эффектов при воздействии ЭМП как опухоли головного мозга, глаз, слюнных желез, яичек, лимфатический и кроветворной ткани [233, 241, 252, 263, 278]. Очевидно, механизм канцерогенеза при воздействии ЭМП связан с одновременным воздействием на целый комплекс органов и систем организма [238, 266]. В ряде зарубежных и отечественных экспериментальных исследованиях изучены механизмы

воздействия электромагнитного излучения на иммунную систему, ряд эндокринных желез, систему крови и гипоталамо-гипофизарную систему [276, 281, 287].

Множество исследований доказали повышенный риск возникновения развития онкологических заболеваний от систематического воздействия ЭМИ на организм человека [249, 254, 257, 302]. Аналитические исследования в области медицины показали статистически значимый риск развития раковых заболеваний при воздействии ЭМИ от источников на территории проживания, а также у профессиональных групп. 16 научных центров разных стран опубликовали результаты совместного исследования развития опухолей головного мозга при экспозиции более десяти лет [273, 274]. Экспериментальные данные доказывают высокую чувствительность генетического аппарата клеток живых организмов, высокую биологическую активность ЭМИ, при воздействии которого изменяются структура и функция различных органелл клеток [243, 261, 276, 329].

В экспериментальном исследовании С.И. Войчук (2014г.) показал возможный механизм канцерогенного действия ЭМП. Автор связывает канцерогенную способность ЭМИ с ионизацией атомов молекул, которое приводит к повреждению органелл и разрыву ДНК клеток [29].

К вопросу о механизме онкопатологического действия ЭМП исследователи в России и за рубежом принимают несколько возможных сценариев опухолевой трансформации, в том числе индукция свободно-радикального механизма, а также нарушение цитологических процессов, приводящих к необратимым генетическим изменениям во всех типах клеток в условиях длительного воздействия ЭМИ [281, 329]. Целый ряд отечественных и зарубежных исследований в экспериментах показали изменение структуры хромосомного аппарата клеток тканей под влиянием перманентного электромагнитного поля различной частоты и интенсивности [261, 264, 284, 290]. Одним из главных факторов развития опухоли является неуклонные процессы клеточной пролиферации, именно этот механизм канцерогенной трансформации под влиянием ЭМИ рассматривается учеными Schimmelpfeng и Dertinger [312]. Установлено влияние ЭМИ промышленной

частоты на различные пути опухолевой трансформации в тканях животных, в том числе стимулировать мелатонин-зависимых опухолей молочной железы в эксперименте на крысах [247]. Ряд исследователей в целой серии работ установили достоверную взаимосвязь между воздействием электромагнитных полей и изменением структуры рибонуклеиновой кислоты, клеточных белков, участвующих в регуляции сохранения стабильности генома и делении клеток [264, 284]. Кроме того, имеются данные о механизме малигнизации через влияние на ионные каналы плазматической мембраны, которые играют существенную роль в целостности и проницаемости клеток, тем самым влияя на абсорбцию химических ксенобиотиков [297]. Немаловажным механизмом опухолевой трансформации является подавление электромагнитным излучением Т-клеточного звена иммунитета, защищающий организм от цитотоксического воздействия факторов среды обитания. В экспериментах на животных электромагнитные поля угнетали факторы неспецифического иммунитета [43, 259, 281]. Экспериментальные доказательства влияния ЭМИ на геномный аппарат клеток показан в ряде иностранных и отечественных работ [243, 244, 259, 284, 290].

В отечественных и зарубежных исследованиях авторы подтвердили тот факт, что, у населения, проживающего вблизи базовых станций (от 100 до 300 метров), статистически достоверно более часто наблюдаются такие жалобы, как головная боль, нарушение сна, памяти, а также головокружение и не проходящее чувство усталости [155, 314, 316]. В серии работ по изучению влияния ультранизкочастотных полей на здоровье персонала и населения показано увеличение риска развития злокачественных новообразований, нейродегенеративных заболеваний, а также хронических болезней нервной и сердечно-сосудистой систем [136, 139, 145, 176, 201].

Статистически значимые связи между удельной плотностью размещения базовых станций и болезнями органов чувств и сердечно-сосудистой патологии были установлены в ряде работ [139]. Корреляционный анализ, проведенный Дунаевым В.Н. (2013 г.) по результатам многолетнего исследования онкозаболеваемости населения и электромагнитной нагрузки, формируемой

средствами мобильной сотовой связи крупного промышленного города, установил роль ЭМИ как канцерогенного фактора при пользовании персональными абонентскими устройствами [63].

В работах Васильева В.А., Школова М.А. с соавторами (2008 г.) выявлено достоверное влияние электромагнитного загрязнения на заболеваемость органов кровообращения среди возрастных групп 31-45 и 45-60, нервной системы и органов чувств – среди лиц старше 60 лет [131].

Многолетние эпидемиологические исследования показали повышение риска развития глиомы и акустической невриномы у абонентов сотовой связи при 10-летнем и более периоде пользования, при этом риск может увеличиваться до 5 раз для людей, чей возраст начала пользования составил 8-10 лет.

К таким выводам пришли и канадские ученые в рамках исследования INTERPHONE, которые показали статистически достоверную связь развития глиомы у регулярных пользователей мобильными телефонами. Глиомы являются самой распространенной формой первичных опухолей центральной нервной системы. При этом пациенты с глиобластомой, наиболее злокачественной формой глиомы, имеют неблагоприятный прогноз заболевания со сроком жизни с данным диагнозом около 1,5 лет. Менингиомы занимают второе место в структуре первичных опухолей мозга, растут медленно и бессимптомно. За последние 20 лет в ряде стран Европы установлен рост заболеваемости глиобластомой более, чем в 2 раза.

Международное агентство по изучению рака инициировало исследование INTERPHONE, в котором приняло участие 13 стран. В ходе данного многоцентрового исследования изучены возможные риски развития опухолей центральной нервной системы при воздействии неионизирующего излучения, источником которых является мобильный телефон. Несмотря на то, что не было получено статистически достоверных доказательств наличия связи между облучением электромагнитным полем радиочастотного диапазона и развития глиом и менингиом, последние метаанализы показали статистически достоверный

более высокий риск развития опухолей ЦНС при продолжительном (более 10 лет) использовании мобильной связи [273, 274].

Национальный институт гигиены окружающей среды США инициировал в 2017 году экспериментальное исследование действия хронического облучения ЭМИ радиочастотного диапазона, в ходе которого было доказано повышение риска развития глиомы головного мозга и шванномы сердца у подопытных животных.

Развивающееся коммуникационное пространство диктует процессы модернизации оборудования и способов передачи большого объема информации. Число базовых станций в нашей стране увеличивается с начала XXI века, на данный момент элементы сотовой связи являются самым масштабным и многочисленным источником ЭМП в мире. Ранее проведенные региональные исследования показали, что в структуре формирования дозовой нагрузки от источников ЭМП на первое место выходят средства системы сотовой связи [53, 55, 93], вклад которых среди источников радиочастотного диапазона составляет до 90%. При этом именно БС сотовой связи вносят наибольший вклад в структуре источников с превышением установленных предельно-допустимых уровней.

По данным материалов государственного санитарно-эпидемиологического надзора в последние годы в несколько раз возросло число выданных санитарно-эпидемиологических заключений на размещение ПРТО, вместе с этим растет число жалоб населения на неблагоприятное воздействие электромагнитных полей. По данным Пчельника О.А. (2014 г.) регионами с наибольшим числом базовых станций являются Московская, Ленинградская области и Краснодарский край, при этом на всей территории РФ располагается более 300 тысяч БС. Поэтому обеспечение электромагнитной безопасности и адекватная оценка потенциальных рисков становится актуальной социальной задачей.

Гигиенически значимыми факторами, определяющими электромагнитную безопасность при эксплуатации БС, являются условия размещения на селитебной территории, их удельная мощность и количество. В густонаселенных крупных городах используется способ размещения базовых станций, при котором оборудование сразу нескольких мобильных операторов, располагаются на крыше

одного здания, что создает условия для повышения выходной мощности антенн и усиления электромагнитной нагрузки для близлежащих территорий и жилых домов.

Инструментальные исследования интенсивности ЭМП радиочастотного диапазона от базовых станций, проведенных в различных регионах Российской Федерации, показали, что до 47% объектов (жилые и административные здания, придомовые территории) характеризуются значительно более высокими значениями нормируемых параметров ЭМП по сравнению с расчетными, выполненными при представлении санитарно-эпидемиологических заключений для БС сотовой связи.

В работе А.С. Свистунова (2018 г.) рассмотрены различные условия формирования электромагнитной нагрузки в зависимости от типа застройки [187]. Ученые пришли к выводам, что в условиях плотной застройки существенный вклад в формировании электромагнитной нагрузки вносят мобильные телефоны, а на территории в прямой видимости базовых станций основная нагрузка приходится на приемно-передающие устройства БС. Данные результаты позволяют сделать выводы о необходимости учета электромагнитной нагрузки как от индивидуальных мобильных устройств, так от стационарного оборудования сотовой связи. В ряде исследований авторы пришли к выводу, что формируемые уровни электромагнитного излучения от базовых станций безопасны для жителей верхних этажей жилых зданий, при этом получены гигиенически значимые уровни ППЭ в непосредственной близости (до 15м) от БС на селитебной территории.

В исследовании Май В.И, Балашова С.Ю. с соавторами (2017 г.) выделены территории риска, где зафиксированы наиболее высокие уровни ЭМП радиочастотного диапазона. К ним относятся этажи зданий, которые находятся на уровне 18-25 метров от основания здания [93]. По данным исследования В.Н. Мовчана, И.А. Шмакова (2016 г.) уровень ЭМП от базовых станций на высоте 15 метров от земли достоверно выше уровня на высоте 2 метра [127].

Мониторинг уровней ЭМИ на территории г. Оренбурга показал, что уровень напряженности ЭМП на фасадах и внутри зданий, обращенных к радиотелевизионному передающему центру, превышают ПДУ.

Проведение процедуры оценки риска при воздействии ЭМП является особенно актуальным для населения урбанизированных территорий, так как только за 2018 год количество площадок БС «большой четверки» увеличилось почти в 2 раза. Наибольший рост количества БС отмечен в Приволжском федеральном округе, составив при это больше 40 тысяч единиц.

В работе Луценко Л.А. и соавторов (2016 г.) дана характеристика наиболее значимых факторов риска при воздействии ЭМП базовых станций [185]. К важнейшим факторам, влияющим на условия экспозиции были отнесены: высота подвеса антенн, размещение оборудования на крыше жилых зданий и образовательных организаций, размещение нескольких передатчиков на одной соте, отсутствие экранирующих элементов, а также ориентация зданий наибольшей остекленной поверхностью к оборудованию ПРТО. Наиболее распространенным вариантом размещение оборудования ПРТО на данный момент является – это локация нескольких операторов связи на одной площадке. Совместное использование антенно-фидерных устройств создает условия, когда необходимо повышать выходную мощность антенн, создавая более высокую электромагнитную нагрузку на прилегающую территорию.

Ежегодно число пользователей мобильной сотовой связи возрастает на 10-15 тыс. человек [50], а частота использования растет безостановочно, несмотря на потенциальную серьезную угрозу и массовую осведомленность. Повреждающее воздействие электромагнитных волн от мобильных телефонов на клетки коры, гиппокампа и базальных ганглиев головного мозга было доказано в экспериментальных исследованиях на крысах Л. Салфордом в 2003 году.

Технические характеристики и конструкция смартфонов предполагает преимущественное облучение головного мозга, а переход к новым стандартам связи увеличивает уровень электромагнитной нагрузки [12, 26, 85, 155]. Излучение от смартфонов затрагивает большую часть головного мозга.

Во время разговора по мобильному телефону происходит не только направленное локальное облучение головного мозга, но и внутреннего уха, что создает потенциальную опасность для слухового и вестибулярного анализаторов. При этом электромагнитная нагрузка во время разговора по мобильному телефону может увеличиваться до 20 раз в зависимости от ряда условий. В рамках Международной программы «Электромагнитное излучение и здоровье», созданное Всемирной организацией здравоохранения в 1996 г. ученые пришли к выводу, что самым чувствительным континентом является детское население, так как в силу физиолого-анатомических особенностей излучение проникает на большую глубину, чем у взрослых. Дети выделяются в особую группу риска, так как в результате исследований было установлено, что поглощенная доза электромагнитного излучения, а также совокупный объем облучаемой части мозга в два раза превышает таковые показатели у взрослого человека [50, 67, 155, 235, 240, 265].

Основными источниками ЭМП промышленной частоты являются воздушные линии электропередач, электрические подстанции, силовые трансформаторы, ошиновка, медицинское оборудование и бытовые приборы [236, 249, 254, 308, 320, 329]. В литературных источниках много работ посвящено изучению патологического воздействия ЭМИ от персональных компьютеров на функциональное состояние персонала и обучающихся. В современном мире магнитные поля промышленной частоты являются неизбежными спутниками офисного оборудования и устройств, в различных сферах и отраслях рабочие места максимально оснащены ПК, а также дополнительным оборудованием [25]. Влияние ЭМП на пользователя персональными компьютерами характеризуется одновременным действием сразу нескольких факторов – электростатического поля и ЭМП широкого диапазона частот [25, 308, 320]. Десятилетие назад можно было утверждать об уязвимости к такому влиянию лишь у определенной категории людей, чья профессиональная деятельность была тем или иным образом связана с использованием источников ЭМП, в то время как сейчас все население вынуждено находится под влиянием ЭМИ уровня профессионального воздействия.

Электромагнитный фактор остается учтенным не в полной мере, несмотря на увеличение количества инструментальных измерений в последние годы. Выполненные гигиенические исследования электромагнитной обстановки в отдельных регионах установили, что превышение установленных нормативов интенсивности ЭМП от базовых станций на селитебных территориях, как правило, не регистрируется. В ряде исследований показаны результаты, где выявлены селитебные территории, жилые и общественные здания, где уровень ЭМП радиочастотного диапазона превышает установленный ПДУ в несколько раз.

При оценке биологического воздействия ЭМП на здоровье населения следует учесть ряд важнейших факторов: данный фактор среды обитания является относительно новым для всех живых организмов, так как человек впервые находится под воздействием тотального круглосуточного электромагнитного облучения нетепловой интенсивности со сложной структурой и большим набором частотных и пространственных характеристик, при этом интенсивность техногенного электромагнитного облучения в 1000 раз превышает естественный электромагнитный фон; норматив, принятый в нашей стране (10 мкВт/см^2) основан на методологии, учитывающей тепловое воздействие на человека, при этом в основу легли санитарно-гигиенические исследования в условиях производственной среды; кроме того, несмотря на общепризнанность канцерогенного действия данного вида излучения, остается открытым вопрос механизма канцерогенного действия ЭМИ, не до конца изучены факторы и группы риска при воздействии изучаемого фактора.

Не смотря на возрастающую роль физических факторов государственная система электромагнитного мониторинга в нашей стране отсутствует. Актуализация санитарных норм и правил, регламентирующих не только требования к условиям эксплуатации новых радиотехнических объектов, но и их дальнейшее размещение в условиях нарастающей урбанизации, обусловлена рядом причин. Во-первых, требуется объективная оценка воздействия данного фактора от нескольких источников одновременно. Во-вторых, новые технологии связи вводят огромный спектр рабочих частот, воздействие которых не изучено на

экспериментальном уровне. Кроме того, требуется адекватная оценка воздействия электромагнитных полей на наиболее уязвимую часть населения.

Таким образом, анализ опубликованных данных показал высокий риск развития соматической патологии, в том числе заболеваний нервной системы, системы кровообращения и опухолевого процесса при длительной экспозиции ЭМИ. В то же время в отечественных и зарубежных исследованиях крайне мало работ по количественной оценке канцерогенного риска здоровью населения при воздействии переменных электромагнитных полей населенных мест. На данный момент развития знаний по проблеме биологической опасности электромагнитных полей нет общепринятых позиций и четкого понимания возможных негативных последствий хронического микрооблучения в широком частотном диапазоне, поэтому необходимо вести политику минимизации возможных рисков путем уменьшения воздействия для лиц из групп риска (в первую очередь, дети и беременные), во-вторых, политику массовой осведомленности населения и выполнения предложенных профилактических мер.

1.4 Особенности сочетанного действия факторов среды обитания на формирование канцерогенного риска для здоровья населения

Основной задачей современных методов комплексной гигиенической оценки является учет всех факторов среды обитания и направлений их воздействия [138, 168]. Многосредовое воздействие химических веществ в сочетании с комплексом физических факторов определяют сложности в выборе методических подходов для адекватной оценки риска формирования экологозависимой патологии у экспонируемого населения [23, 30].

Донозологическая диагностика факторов риска здоровью населения является приоритетным направлением развития всей медицины в целом. При этом наиболее актуальным направлением является изучение сочетанного воздействия факторов

среды обитания, учитывающий одновременное воздействие на человека различных химических и физических факторов среды обитания [101, 115].

Модифицирующее влияние факторов при сочетанном и комплексном воздействии на человека изучались в многочисленных отечественных и зарубежных исследованиях [58, 101, 115, 138, 271]. Ряд исследователей представили результаты изучения совместного действия факторов химической и физической природы на различном уровне воздействия, в которых показан эффект потенцирования негативного влияния химических веществ при одновременной экспозиции физических факторов среды обитания [59, 64, 102].

При этом население находится под влиянием многосредового и многофакторного воздействия антропогенной нагрузки, формируемой на урбанизированных территориях [87, 91, 99]. Поэтому актуальным является изучение сочетанного действия электромагнитных излучений с другими факторами окружающей среды.

Проблема оценки сочетанного воздействия различных факторов среды обитания и образа жизни показана в работах ученых г. Перми [119, 120]. По результатам проведенного исследования показано увеличение уровня сочетанного риска до высокого уровня к 58 годам жизни.

В ряде исследований изучалось действие электромагнитных полей совместно с химическими веществами, которые показали увеличение совокупного риска развития заболеваний нервной системы, системы кровообращения и других органов и систем [136, 138, 214]. Авторы пришли к выводу, что негативные эффекты химических канцерогенов усиливаются при действии электромагнитного излучения. В отечественных и зарубежных экспериментальных исследованиях показано сочетанное действие химических и физических факторов на генную трансформацию и канцерогенез клеток [102, 248, 276, 281].

Hardell L. с соавторами установил, что электромагнитные излучения могут выступать и как самостоятельный канцерогенный фактор и как элемент синергетического воздействия, который влияет на активность онкогенных факторов [240, 265, 268].

Экспериментально установлено снижение порога чувствительности к ЭМП при действии химических веществ на организм человека [73]. Кроме того, по данным авторов актуальным на данный момент является изучение влияния именно комплексного воздействия на организм неионизирующих видов излучений, вызывающие разнонаправленные реакции и усиливающие системный ответ организма на данное воздействие. В ряде экспериментальных научных исследований показано на клеточном уровне усиление токсического действия химических токсикантов под влиянием электромагнитного излучения различных диапазонов частот [214].

Несмотря на то, что была проведена масса работ в области идентификации канцерогенных факторов и их сочетанного воздействия на состояние здоровья населения, остается не решенным вопрос выбора методических подходов к оценке канцерогенного риска при совместном влиянии электромагнитных полей и химических канцерогенов.

Таким образом, анализ литературных данных показал, что неуклонный рост заболеваемости злокачественных новообразований населения крупных промышленных городов требует современных подходов к оценке интегральных рисков, которые формируют различные по природе факторы.

Многочисленные гигиенические исследования по оценке канцерогенного риска для здоровья населения рассматривают прежде всего пероральный (питьевая вода) и ингаляционный (атмосферный воздух) пути поступления ксенобиотиков. В то же время для крупного промышленного города Оренбург остается актуальным изучение многомаршрутной и многосредовой оценки экспозиции с учетом внутритерриториальных особенностей формирования риска для здоровья.

Отдельные гигиенические исследования по оценке уровней канцерогенных рисков при воздействии электромагнитных полей учитывали, как правило, один источник ЭМИ (базовые станции). Однако в современных условиях формируемая электромагнитная нагрузка от систем сотовой связи характеризуется одновременным воздействием двух приоритетных источников – базовых станций и персональных абонентских устройств. С учетом вышеизложенного, требуется

детальное рассмотрение проблемы формирования риска при воздействии переменных электромагнитных полей от различных источников и дальнейшей приоритезацией направлений профилактических мероприятий.

Анализ результатов отечественных и зарубежных исследований показал, что сочетанное воздействие химических и физических факторов увеличивают риск развития различных видов патологических реакций организма со стороны органов и систем, при этом синергетический эффект воздействия больше, чем при простой суммации эффектов при их независимом действии. При этом недостаточно изученным остается вопрос оценки сочетанного действия химических и физических канцерогенных факторов. В связи с вышеизложенным актуальной задачей является многофакторная гигиеническая диагностика качества среды обитания для установления причинно-следственных связей развития приоритетных заболеваний населения и повышения эффективности комплекса профилактических мероприятий. Требуется разработка единых научно-методических подходов к оценке сочетанных рисков, которые в полной мере отражают действительные условия экспозиции и уровень негативных последствий для популяционного здоровья.

Таким образом, изложенные вопросы и проблемы определяют актуальность и направленность настоящего научного исследования.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объект и материалы исследования

Научно-исследовательская работа выполнена в соответствии с планом основных мероприятий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации на кафедре общей и коммунальной гигиены под руководством профессора кафедры, д.м.н., доцента Боева Михаила Викторовича.

Объектом диссертационного исследования являлись показатели качества объектов среды обитания (включая атмосферный воздух, питьевую воду, депонирующую среду (почву) и пищевые продукты), уровни электромагнитных полей от систем сотовой связи (базовые станции и персональные абонентские устройства), состояние здоровья населения (базы данных по первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями населения крупного промышленного города), результаты социологического исследования по оценке условий экспозиции для пользователей сотовой связи.

Предметом исследования явились уровни канцерогенных рисков здоровью населения в условиях сочетанного воздействия факторов среды обитания, реализация риска в виде первичной заболеваемости населения злокачественными новообразованиями.

Методология детерминации связи формирования онкологической заболеваемости населения крупного промышленного города с сочетанным воздействием химических и физических факторов базировалась на применении комплекса методов (углубленный анализ с применением гигиенических и эпидемиологических методов, социологические и статистические методы, в том числе определение причинно-следственных связей и закономерностей,

моделирование уровней онкозаболеваемости при совместном воздействии факторов).

Проведен анализ данных лабораторного и инструментального контроля содержания химических канцерогенных веществ в объектах среды обитания (2005-2015 гг.) и уровней электромагнитных полей от базовых станций (более 100 базовых станций города) и персональных средств сотовой связи (416 телефонов), данных по первичной заболеваемости ЗНО населения города Оренбурга за 2005-2018 годы, результатов социологического опроса населения (457 анкет) для оценки условий экспозиции при использовании персональных абонентских устройств сотовой связи.

В Таблице 2.1.1 представлены данные по количественной характеристике объектов и материалам исследования.

Таблица 2.1.1 – Объекты, материалы и объемы исследования

№ п/п	Задача исследования	Объект наблюдения и материалы исследования	Объем и период исследования
1	2	3	4
I.	Ретроспективный анализ заболеваемости ЗНО	Первичная заболеваемость ЗНО: Данные официальной статистической отчетности (учетно-отчетная форма №7, учетно-отчетная форма №35); данные территориального сегмента Государственного ракового регистра	более 90 тысяч единиц информации 2005-2018 гг.
II.	Гигиеническая оценка содержания химических веществ в объектах среды обитания	Атмосферный воздух: данные регионального информационного фонда СГМ, статистические данные Росстата, Росгидромета.	14 веществ, 28581 единица информации 2005-2015 гг.
		Питьевая вода: данные государственных докладов и РИФ СГМ	19 веществ, 7746 единиц информации 2005-2015 гг.

Продолжение таблицы 2.1.1

1	2	3	4
		Почва: данные РИФ СГМ	6 веществ, 3780 единиц информации 2005-2015 гг.
		Пищевые продукты: данные государственных докладов и РИФ СГМ, данные Федеральной службы государственной статистики по потреблению населением области основных пищевых продуктов	3 вещества, 1728 единиц информации 2005-2015 гг.
III.	Гигиеническая оценка электромагнитной нагрузки	Уровни электромагнитных полей от базовых станций: результаты собственных инструментальных измерений	1152 точки измерения 2018-2019 гг.
		Уровни электромагнитных полей от персональных средств сотовой связи: результаты собственных инструментальных измерений	416 абонентских терминалов
		Факторы, формирующие условия экспозиции ЭМП от абонентских терминалов: данные социального анкетирования	457 анкет
IV.	Гигиеническая оценка сочетанных канцерогенных рисков для здоровья	Уровни сочетанных канцерогенных рисков при многосредовой химической экспозиции и воздействии ЭМП от компонентов системы сотовой связи	более 5400 единиц информации
V.	Идентификация и параметризация зависимости заболеваемости ЗНО с уровнем сочетанного воздействия факторов	Прогнозные модели зависимости изучаемого параметра от ряда факторов (Построено 3 математических модели)	более 2500 единиц информации
	Всего:		Более 154 тысяч единиц информации

2.2 Методы исследования

Дизайн исследования предполагает выполнение пяти последовательных этапов научной работы, представленных на Рисунке 2.2.1, с обоснованием

гигиенических мероприятий по профилактике заболеваемости ЗНО для населения промышленного города.

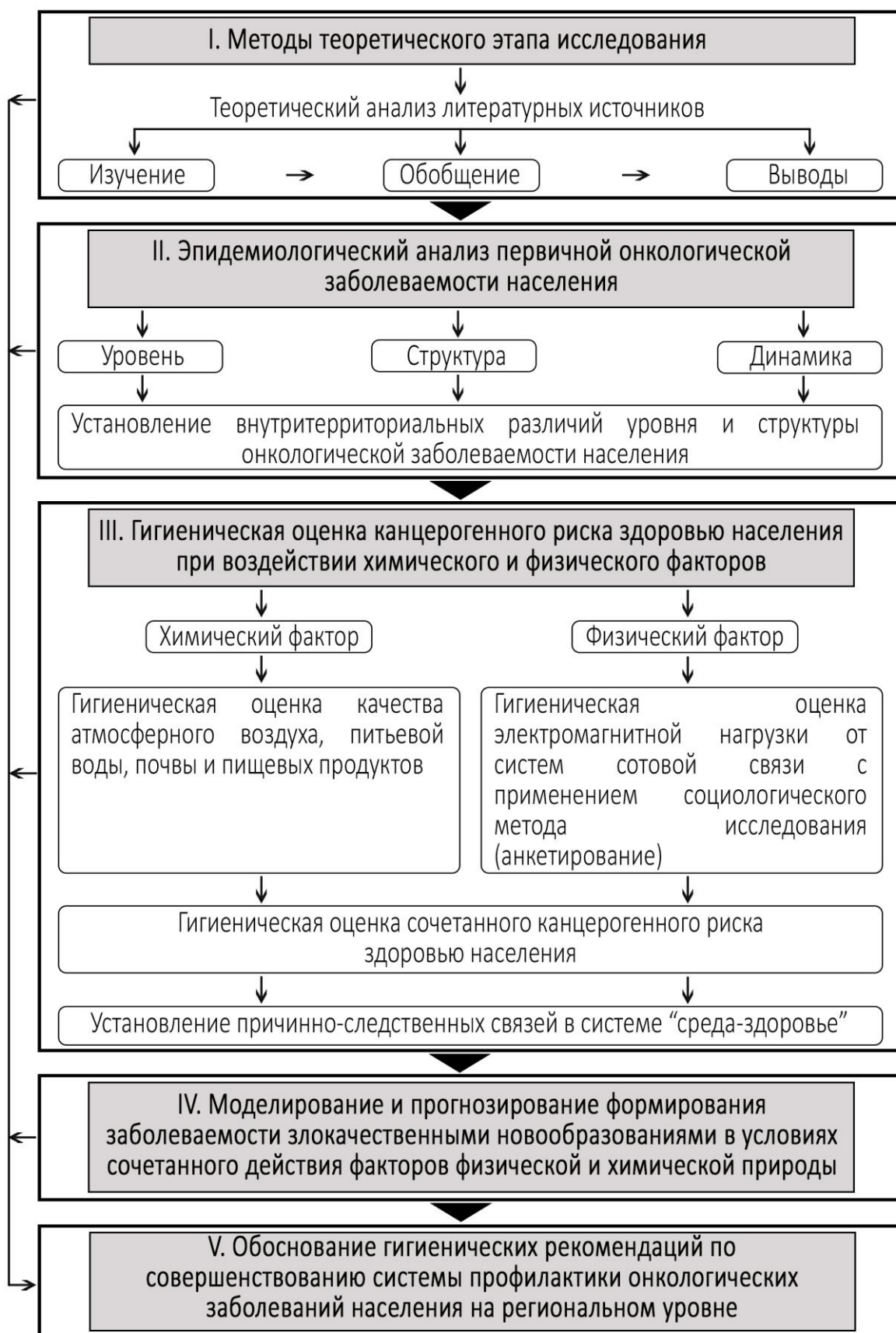


Рисунок 2.2.1 – Дизайн исследования

Для выполнения задач исследования применены общенаучные методы, гигиенические методы с методологией оценки риска здоровью населения, ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости, социологический (анкетирование) и статистические методы анализа, систематизации и количественного выражения изучаемых явлений.

Санитарно-гигиенические и эпидемиологические методы

На этапе идентификации опасности были использованы положения, критерии и классификации СанПиН 2.1.3684-21, СанПиН 1.2.3685-21, базы данных Международного агентства по изучению рака (IARC), Интегрированной информационной системы о рисках (IRIS).

Ретроспективный эпидемиологический анализ первичной заболеваемости населения злокачественными заболеваниями по данным территориального сегмента национального Ракового регистра проведен за 2005-2018 гг. в разрезе административных районов города Оренбурга. Для выявления территориальных различий оценены уровень (рассчитаны грубые и стандартизированные показатели заболеваемости с применением метода прямой стандартизации, где за стандарт была принята среднегодовая численность населения изучаемых территорий), многолетняя динамика, структура заболеваемости (половозрастная, по нозологическим формам). С целью выявления закономерностей изменения уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями применен метод аналитического выравнивания динамических рядов с установлением показателя аппроксимации (R^2).

Для оценки канцерогенного риска при многосредовом и многомаршрутном поступлении химических веществ был проведен сравнительный гигиенический анализ содержания контролируемых канцерогенных веществ в объектах среды обитания в районах областного центра.

Аналитическое исследование качества атмосферного воздуха на исследуемой территории проведен по многолетним данным гигиенического мониторинга на стационарных и маршрутных постах (ГОСТ 17.2.3.01-86 и РД 52.04.186-89) в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 14 показателям: формальдегид,

бензол, стирол, бенз[а]пирен, хром, свинец, мышьяк, сажа, никель, кобальт, кадмий, хлороформ, этилбензол, тетрахлорметан.

Проведен анализ содержания 19 химических канцерогенных веществ в питьевой воде в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21. В соответствии с нормативными документами проанализировано содержание в питьевой воде мышьяка, никеля, хрома, свинца, бериллия, бенз[а]пирена, бензола, тетрахлорэтилена, трихлорэтилена, тетрахлорметана, 2,4-Д, хлороформа, 1,2-Дихлорэтана, тетрахлорэтилена, бромдихлорметана, дибромхлорметана, бромоформа, трихлорэтилена, ДДТ.

Анализ степени загрязнения почвы произведен по содержанию подвижных и валовых форм тяжелых металлов и бенз[а]пирена в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, МУ 4266-87 «Методическими указаниями по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами», МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест».

Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов проведена в соответствии ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции: технический регламент Таможенного союза», СанПиН 2.3.2.1078-01, МУ 2.3.7.2519-09, МУ 2.3.7.2125-06. Осуществлена первичная оценка среднедушевого годового потребления пищевых продуктов на основании данных Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области в соответствии с перечнем продуктов в МУ 2.3.7.2519-09 для основных групп продуктов питания, потребление которых составляет не менее 10 кг в год.

Комплексная оценка химического загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы произведена с расчётом суммарного коэффициента по изучаемым веществам на основании существующих методических рекомендаций «Совершенствование методической схемы гигиенического прогнозирования влияния комплекса факторов окружающей среды на здоровье городского населения» (МЗ РСФСР, 1990г.) и МР № 01-19/17-17.

Оценка риска для здоровья населения выполнена в соответствии с руководством Р. 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья

населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Для оценки канцерогенных рисков при воздействии химических веществ рассчитаны показатели: индивидуальный риск (CRa (при поступлении веществ с атмосферным воздухом), CRw (питьевая вода), CRs (почва), CRf (продукты питания) и популяционный риск (PCR) с учетом фактора канцерогенного потенциала (CPF) или фактора наклона (SF). Для сравнительной территориальной оценки канцерогенных рисков при многокомпонентном и многомаршрутном поступлении веществ рассчитывался суммарный канцерогенный риск (sumTCR). Расчет суммарного канцерогенного риска при поступлении химических веществ производился по формуле 1:

$$\text{sumTCR} = \text{sumCRai} + \text{sumCRw} + \text{sumCRs} + \text{sumCRf} \quad (1)$$

Полученные результаты многосредового анализа изучаемой территории позволили выделить районы города с условиями повышенного канцерогенного риска при воздействии химических веществ, приоритетные загрязнители для каждого района города для разработки системы профилактических мероприятий на региональном уровне.

На следующем этапе исследования проведена сравнительная гигиеническая оценка электромагнитной нагрузки от компонентов системы сотовой связи (базовые станции и персональные абонентские терминалы) на территории четырех административных районов города. Выполнены инструментальные измерения уровней ЭМП от 115 базовых станций. Нормативными документами, на основе которых проводилось исследование, являются СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи», СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов», СанПиН 2.1.3684-21, СанПиН 1.2.3685-21. Измерение уровней ЭМП от изучаемых источников проводилось в соответствии с МУК 4.3.1677-03 «Определение уровней электромагнитного поля, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи».

Выполнен анализ реестра санитарно-эпидемиологических заключений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека на проектную документацию передающих радиотехнических объектов, выданных с 2005 по 2018 гг. Реестр Роспотребнадзора содержит информацию об основных технических характеристиках и условий размещения антенн. С учетом полученной информации произведен анализ следующих гигиенически значимых характеристик: размещение (выбор площадки размещения соты и высота установки, сравнительная территориальная удельная электромагнитная нагрузка по количеству базовых станций в районах города, рельеф местности, расположение по отношению к жилым и общественным зданиям), мощность и количество приемо-передающего оборудования, полосы рабочих частот, угол максимума диаграммы и диаграммы направленности (ДН), совместное использование оборудования различными операторами связи.

На этапе идентификации опасности определены территории и точки с потенциально высоким уровнем электромагнитного излучения радиочастотного диапазона от базовых станций для дальнейшего инструментального контроля. Контрольные точки измерений и их количество выбраны в соответствии с техническими особенностями приемо-передающего оборудования базовых станций, а также типа жилой застройки, рельефа местности, наличия отражающих поверхностей.

Комплексная оценка электромагнитной обстановки в районах города проведена с учетом гигиенически значимых факторов, влияющих на условия распространения электромагнитных волн, их мощность и оказываемое биологическое действие. Так, результаты опубликованных исследований в области изучения электромагнитной обстановки в городах показали, что превышение установленных предельно-допустимых уровней ЭМП достоверно чаще отмечается в помещениях и на фасадах жилых и общественных зданий, которые соответствуют уровню главного направления излучения приемо-передающего оборудования базовых станций, а также на территориях, прилегающих непосредственно к БС.

Выполнены инструментальные измерения уровней ЭМП на прилегающей к БС территории, придомовой территории и на разных этажах зданий в соответствии с МУК 4.3.1677-03 с учетом предварительных оценочных расчетов. Вычислялось среднее значение ППЭ в мкВт/см² из трех точек на различной высоте от 0,5 до 2 м.

В соответствии с СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 "Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи», МУК 4.3.2501-09 «Измерение электромагнитных полей персональных подвижных систем сотовой связи» проведены измерения уровней ЭМП от 416 мобильных радиотелефонов различных марок и года выпуска с определением индивидуальной электромагнитной нагрузки. Исследуемым параметром от МРТ является ППЭ (средняя и максимальная) в режиме максимальной мощности излучения в различных поддерживаемых стандартах связи. Фоновые значения ППЭ не превышали 0,1 мкВт/см². Параметры микроклимата соответствовали требуемым установленной методики исследования (измеренные относительная влажность воздуха и температура были 35±5 % и 22±1 °С соответственно). С целью выведения МРТ в режим мощности, близкой к максимальной, измерения проведены на цокольном этаже здания. Измерения проведены на расстоянии 37 см от передней поверхности МРТ, в двух режимах работы – «приема» и «вызова». Измерения проведены с помощью широкополосного измерителя ПЗ-33 (свидетельство о поверке от 06.03.2018г.) в соответствии с МУК 4.3.1677-03.

Проведено социологическое исследование с целью изучения условий пользования персональными абонентскими терминалами среди различных групп населения. Были составлены анкеты закрытого типа, исследование проводилось на случайной выборке по административным территориям г. Оренбурга и применялся простой случайный отбор респондентов. Расчет необходимого объема выборки был проведен с помощью программы EpiInfo (TM) 3.4.1. Количество респондентов составило – 457. Опрос производился путем раздачи бумажного формата анкеты и путем рассылки ссылки на анкету в электронной версии.

Расчет индивидуальной нагрузки проводили по средним значениям уровней ЭМП от сотовых телефонов с учетом времени ведения радиотелефонных

переговоров. На основании данных анкетирования и инструментальных измерений уровней электромагнитного излучения от телефонов провели расчет средней (ИН_{ср}) и максимальной индивидуальной нагрузки (ИН_{макс}). Индивидуальная нагрузка рассчитывалась как произведение плотности потока энергии и времени воздействия (2):

$$\text{ИН} = \text{ППЭ} \times \text{Т}, \quad (2)$$

где Т - время (час);

ППЭ – плотность потока энергии (мкВт/см²).

Для оценки индивидуальной нагрузки использована референтная доза ЭМИ равная 2,4 мкВт/см²×час в соответствии с МР 4.3.001-02 «Гигиеническая оценка коллективной и индивидуальной электромагнитной нагрузки, создаваемой мобильными средствами связи».

Оценка приведенного канцерогенного риска для населения при воздействии ЭМП была произведена согласно МР 2.1.10.0061-12 «Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 ГГц) в условиях населенных мест». В ходе выполнения настоящего исследования для расчетов формируемой экспозиции и канцерогенного риска при воздействии ЭМП были использованы значения оцениваемых параметров, полученных на 6-9 этажах. Для наглядной характеристики канцерогенного риска использовали метод моделирования эволюции риска, который позволил оценить риск от воздействия фактора по мере увеличения продолжительности влияния данного фактора на население.

Суммарный канцерогенный риск sumCRemf (риск формирования глиом и менингиом) при воздействии ЭМП от базовых станций (при условиях круглосуточной экспозиции) и персональных абонентских терминалов (при условиях экспозиции - 1,7 часа в сутки) рассчитывался по сумме показателей риска от данных источников ЭМИ (3):

$$\text{sumCRemf} = \text{CRemfbs} + \text{CRemfmrt}, \quad (3)$$

где sumCRemf – Суммарный канцерогенный риск при воздействии ЭМП;

CRemfbs – канцерогенный риск при воздействии ЭМП от базовых станций;

CRemfmrt – канцерогенный риск при воздействии ЭМП от персональных абонентских терминалов.

Сочетанный канцерогенный риск (Combined carcinogenic Risk, CombCR) определялся как сумма значений sumTRC (суммарный канцерогенный риск при многосредовом поступлении химических канцерогенов) и sumCRemf (суммарный канцерогенный риск (риск формирования глиом и менингиом) при воздействии ЭМП (4):

$$\text{CombCR} = \text{sumTRC} + \text{sumCRemf} \quad (4)$$

Методы статистической обработки данных

Результаты диссертационного исследования проанализированы с использованием пакета прикладных программ «Statistica 10.0» и MS Office. Количественное описание, группировка данных, систематизация, построение матриц данных произведено с помощью показателей дескриптивной статистики (в том числе расчет средних величин, ошибки репрезентативности, медианы и квартилей). Перед описанием данных проведена оценка нормальности распределения с помощью описательной статистики, графического способа, статистического критерия Колмогорова-Смирнова с целью дальнейшего выбора статистических показателей и тестов.

Статистические параметрические (t-критерия Стьюдента) и непараметрические (U-критерий Манна-Уитни) критерии применены для уточнения достоверности различий между выборочными совокупностями. Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Для установления причинно-следственных связей и оценки вклада изучаемых факторов среды обитания (химические канцерогены и электромагнитные поля сотовой связи) в формирование первичной заболеваемости ЗНО населения применен анализ установления корреляционных связей с расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Установлены направление и сила связи изучаемых зависимых и независимых переменных, при этом сила связи

оценивалась в трех диапазонах (слабая - при диапазоне $0,1 < R < 0,3$, умеренная - $0,3 < R < 0,5$, средняя - $0,5 < R < 0,7$).

Для прогнозирования изменения показателей изучаемой заболеваемости населения при сочетанном действии факторов среды обитания применен линейный регрессионный анализ. Получена прогностическая модель первичной заболеваемости населения злокачественными новообразованиями при сочетанном влиянии химических и физических факторов. Математическое моделирование и прогноз изучаемой патологии является эффективным инструментом для планирования и внедрения в практику мероприятий по первичной профилактике на муниципальном и региональном уровнях. Высокий коэффициент детерминации ($R^2 > 0,7$) определяет в разработанной модели высокий уровень точности прогноза. Установленные параметры математической модели позволили оценить силу и тип взаимосвязи независимых переменных по отношению к зависимой. Адекватность представленной модели оценили по статистическому критерию Фишера.

ГЛАВА 3. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

В соответствии с задачами исследования проведен ретроспективный эпидемиологический анализ впервые выявленной заболеваемости населения злокачественными новообразованиями на территории промышленного города с целью выявления закономерностей и тенденций данной патологии и последующей оценки степени реализации сочетанного канцерогенного риска в системе «доза-ответ» с учетом внутритерриториальных различий качества среды обитания. Актуальность изучения эпидемиологии злокачественных новообразований в современных условиях имеет важное значение ввиду неуклонного роста заболеваемости и существенными изменениями структуры данной патологии по отдельным локализациям за изучаемый период.

По данным ВОЗ ежегодный темп прироста заболеваемости ЗНО составляет примерно 2%, что превышает на 0,3-0,5% рост численности населения мира [144]. В Российской Федерации постоянный рост числа впервые выявленных случаев заболеваемости наблюдается на фоне снижения в последние годы общей численности населения (Рисунок 3.1).

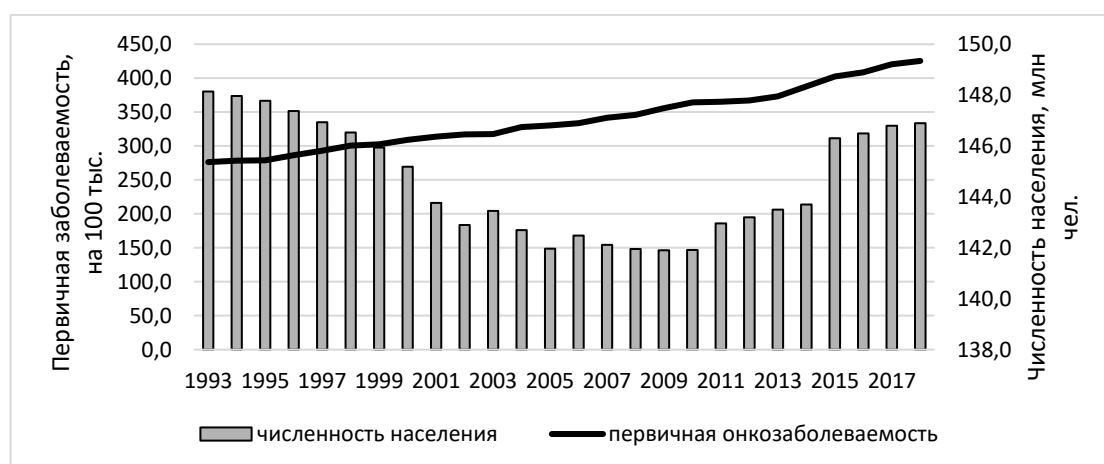


Рисунок 3.1 – Динамика численности населения и первичной заболеваемости ЗНО населения РФ

Рисунок 3.1 демонстрирует, что за многолетний период (1993-2018 гг.) уровень первичной онкозаболеваемости населения РФ вырос на 34% (на 144 случая на 100 тысяч населения). При этом рост уровня заболеваемости ЗНО наблюдался на фоне снижения численности населения вплоть до 2010 года. Среднегодовой темп прироста заболеваемости в среднем по Российской Федерации составил 1,4%, при этом среднегодовой темп прироста численности населения с 2010 года – 0,56%.

За последние десять лет наибольшие показатели прироста онкологической заболеваемости отмечены в Северо-Западном (десятилетний прирост 17,8 %) и Сибирском (17,6%) федеральных округах РФ. Оренбургская область относится к Приволжскому ФО, который занимает третье место по показателям прироста общей онкологической заболеваемости (за последние 10 лет прирост составил 16,8%) (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Среднегодовой уровень и динамика впервые выявленной заболеваемости населения, проживающего в Российской Федерации на территориях с наиболее неблагоприятными тенденциями, 2008–2018 гг. (стандартизированные показатели на 100 тыс. населения)

Субъект Федерации	Общая заболеваемость	Среднегодовой темп прироста, %	Темп прироста, %
Российская Федерация	214	1,7	16,3
Северо-Западный ФО	233,5	1,8	17,8
Сибирский ФО	255,6	1,8	17,6
Приволжский ФО	232,9	1,7	16,8

Показатели первичной онкозаболеваемости по области превышают таковые по Приволжскому ФО и РФ (на 10 и 11% соответственно). В среднем регистрируется ежегодный прирост первичной онкозаболеваемости до 2,9%. С 2005 г. по 2018 г. уровень заболеваемости вырос на 30% (с 349,5 в 2005 до 496,8 на 100 тысяч населения в 2018 году). При этом показатели онкосмертности за аналогичный период возросли на 17% (Рисунок 3.2).

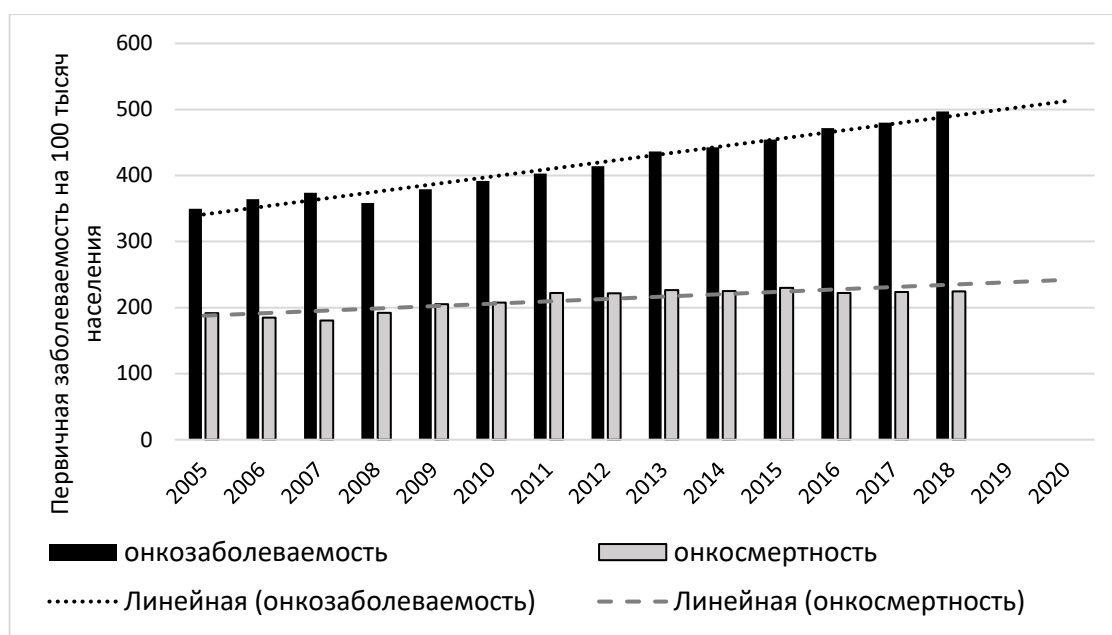


Рисунок 3.2 – Динамика первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями и онкосмертность населения Оренбургской области

В 2018 году число впервые выявленных случаев рака в области составило 9825, при этом доля выявленных случаев среди мужского населения составила 46,8%, среди женского – 53,2%. Установлено, что наибольшее число больных злокачественными новообразованиями приходится на возрастную группу 65- 69 лет, средний возраст заболевших составляет 64 года.

На 2018 год в структуре общей заболеваемости злокачественными новообразованиями населения региона среди мужчин и женщин лидирующие позиции занимают ЗНО кожи (14,4%), легких (12%), молочной железы (11,5%), ободочной кишки (6,7%), желудка (5,9%) (Рисунок 3.3).

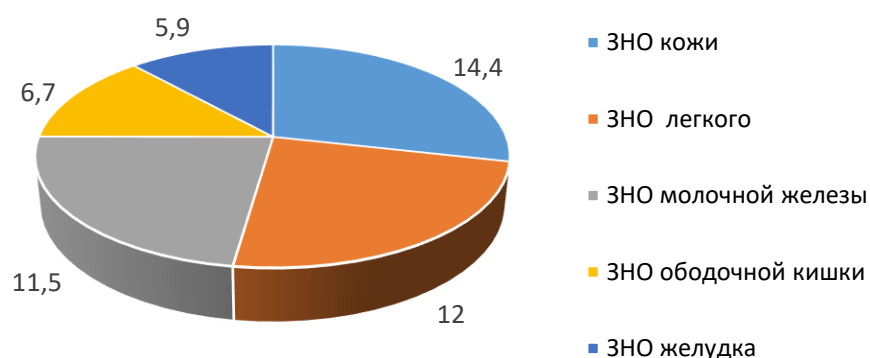


Рисунок 3.3 – Структура первичной онкозаболеваемости населения Оренбургской области

Установлены различия в структуре онкологической заболеваемости в различных возрастных группах населения. На Рисунке 3.4 показано, что в возрастной категории до 30 лет первые ранговые места занимают ЗНО кроветворной и лимфатической ткани (31,2%), ЗНО головного мозга и других отделов нервной системы (9,4%), ЗНО шейки матки (8,7%). Тогда как в возрастной группе от 30 до 59 лет значительную долю в структуре онкозаболеваемости занимают ЗНО молочной железы (15%), кожи с меланомой (11%), а также трахеи, бронхов и легких (10,8%). В возрастной категории от 60 лет и старше приоритетными локализациями злокачественных новообразований являются трахеи, бронхи и легкие, предстательная железа, кожа, молочная железа, ободочный отдел толстого кишечника.

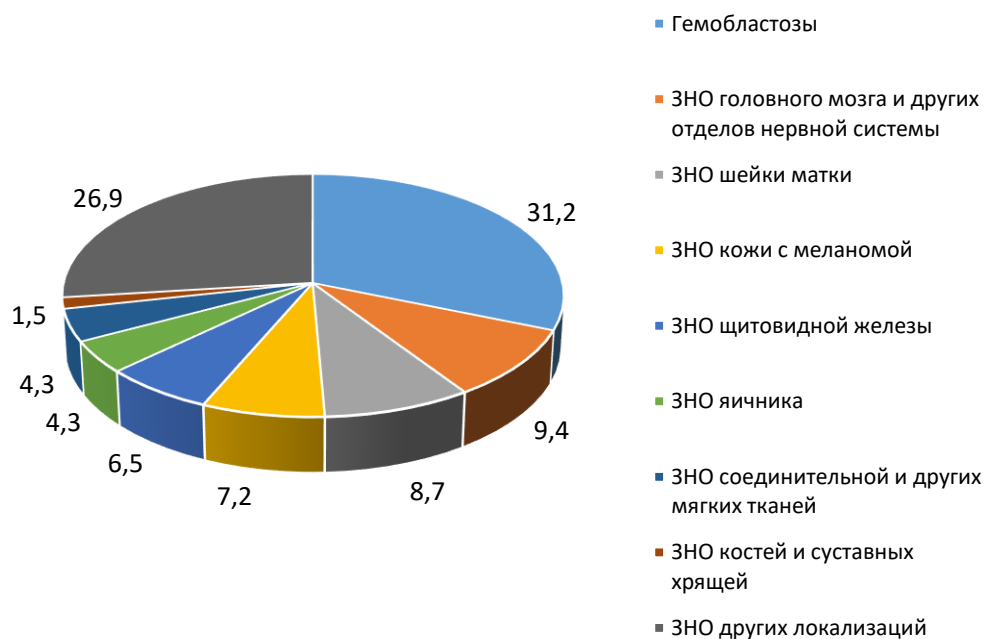


Рисунок 3.4 – Структура первичной онкозаболеваемости населения в возрастной группе до 30 лет

Город Оренбург относится к числу приоритетных территорий области с наиболее высокими показателями заболеваемости раком населением с устойчивой тенденцией к росту данной патологии (Рисунок 3.5). Уровень заболеваемости ЗНО среди городского населения имеет тенденцию к росту с 1993 года (Быстрых В.В., Боев В.М.).

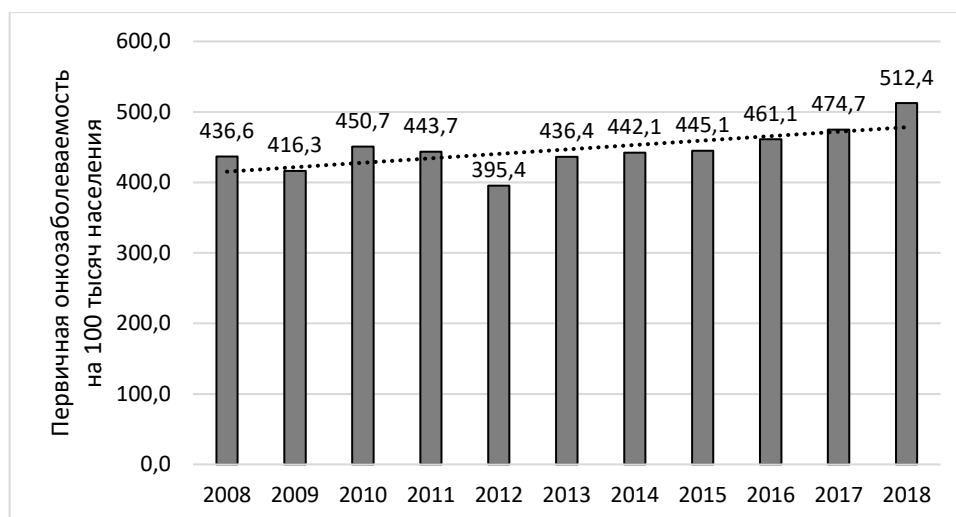


Рисунок 3.5 – Первичная заболеваемость злокачественными новообразованиями населения г. Оренбурга

Аналитическое выравнивание динамических рядов показателей изучаемой патологии населения областного центра установило тенденцию к увеличению уровня заболеваемости ($Y=408,96+6,3x$; $R^2=0,48$). Анализ динамики впервые выявленной заболеваемости злокачественными новообразованиями показал увеличение за десятилетний период на 14,8% (абсолютный прирост показателей первичной онкозаболеваемости составил 76 на 100 тысяч населения) при среднегодовом темпе прироста 1,8%.

Установлены статистически значимое ($p<0,05$) увеличение уровней онкозаболеваемости среди мужского и женского населения города (Рисунок 3.6).

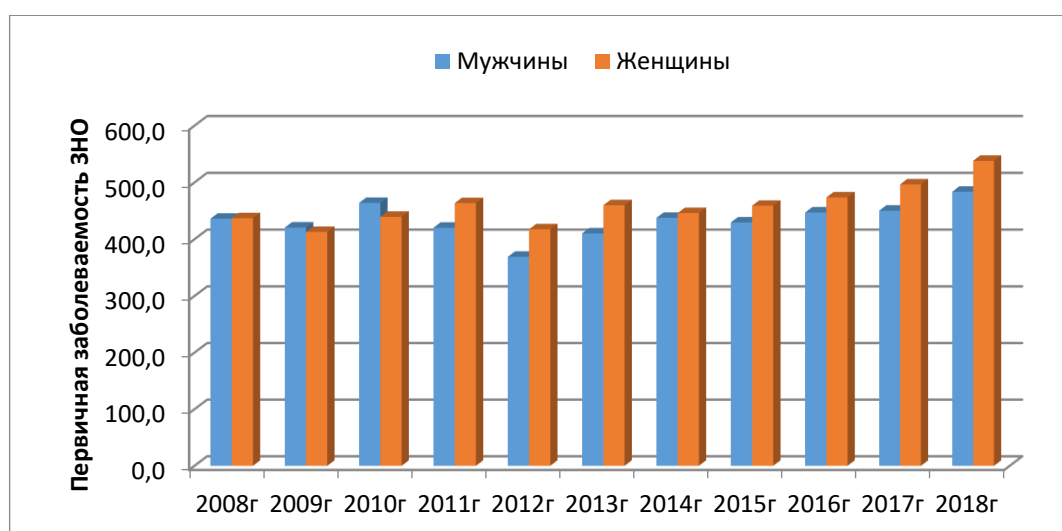


Рисунок 3.6 – Динамика первичной онкозаболеваемости среди мужского и женского населения города (стандартизированные показатели на 100 тыс. населения)

За изучаемый период среднемноголетний показатель онкозаболеваемости среди женщин составил 458,3 на 100 тысяч женского населения (95% ДИ 434,5-482,4; прирост составил 23,1%), среди мужчин – 433,4 на 100 тысяч мужского населения (95% ДИ 413,3-453,6; прирост составил 10,9%). Общая структура изучаемой заболеваемости в целом закономерна общим тенденциям по области (Рисунок 3.7).

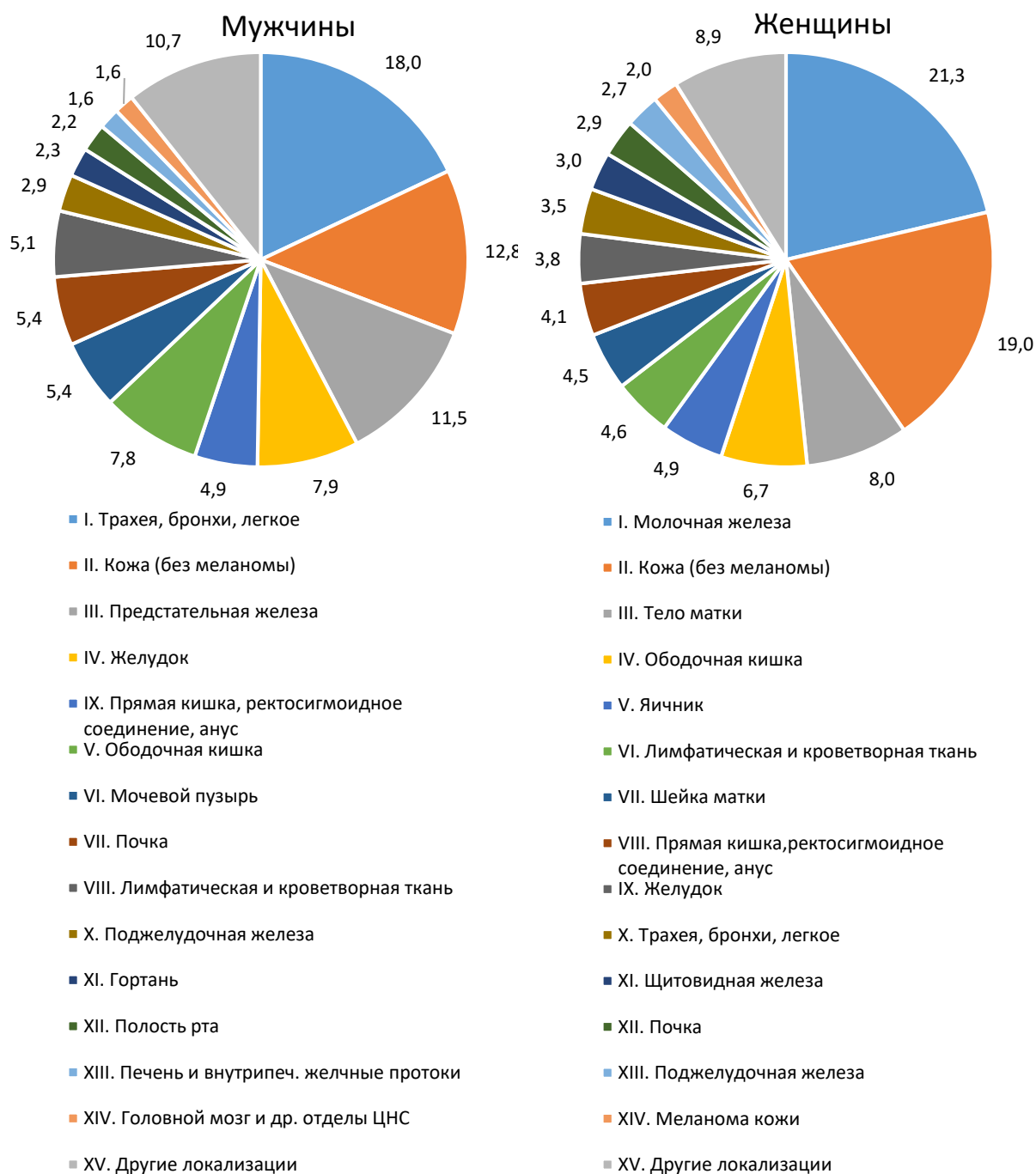


Рисунок 3.7 – Структура первичной онкозаболеваемости мужского и женского населения г. Оренбурга

На Рисунке 3.7 показано, что среди мужского населения высокий удельный вес в структуре заболеваемости имеют такие локализации как ЗНО трахеи, бронхов, легких (18%), кожи (без меланомы) (12,8%) и предстательной железы (11,5%); среди женщин: ЗНО молочной железы (21,3%), кожи (без меланомы) (19%), тела матки (8,9%). При сравнительном многолетнем анализе заболеваемости установлено, что по сравнению со структурой заболеваемости в 1991-1998 годах увеличился удельный вес таких нозологических форм как ЗНО кожи, молочной железы, тела матки, желудка, предстательной железы, щитовидной железы.

При исследовании возрастных различий установлено закономерное увеличение распространенности ЗНО в возрастной группе от 60 лет и старше, данный показатель выше в 17 раз среди мужчин и почти в 7 раз среди женщин по сравнению с возрастной группой моложе 40 лет.

Распределение административных районов по показателю среднегодового уровня изучаемой заболеваемости установило, что наиболее высокие показатели демонстрирует Ленинский район города ($503,4 \pm 11,3$), на 2м месте – Дзержинский район ($449,7 \pm 14,4$), на 3м – Промышленный ($413,9 \pm 12,4$), на 4м – Центральный ($371,8 \pm 11,8$).

Таблица 3.2 – Среднегодовой уровень первичной онкозаболеваемости за 2008-2018гг. по районам города

Территория	Первичная заболеваемость (на 100 тысяч)	Ранг	Достоверность различий (p) *
Центральный (1)	$371,8 \pm 11,8$	4	$p(1-2) = 0,00008$; $p(1-3) = 0,03$; $p(1-4) = 0,0016$; $p(1-5) = 0,0005$; $p(2-3) = 0,015$; $p(2-4) = 0,0004$; $p(2-5) = 0,001$; $p(3-5) = 0,015$
Ленинский (2)	$503,4 \pm 11,3$	1	
Дзержинский (3)	$449,7 \pm 14,4$	2	
Промышленный (4)	$413,9 \pm 12,4$	3	
Город (5)	$446,8 \pm 9,1$		

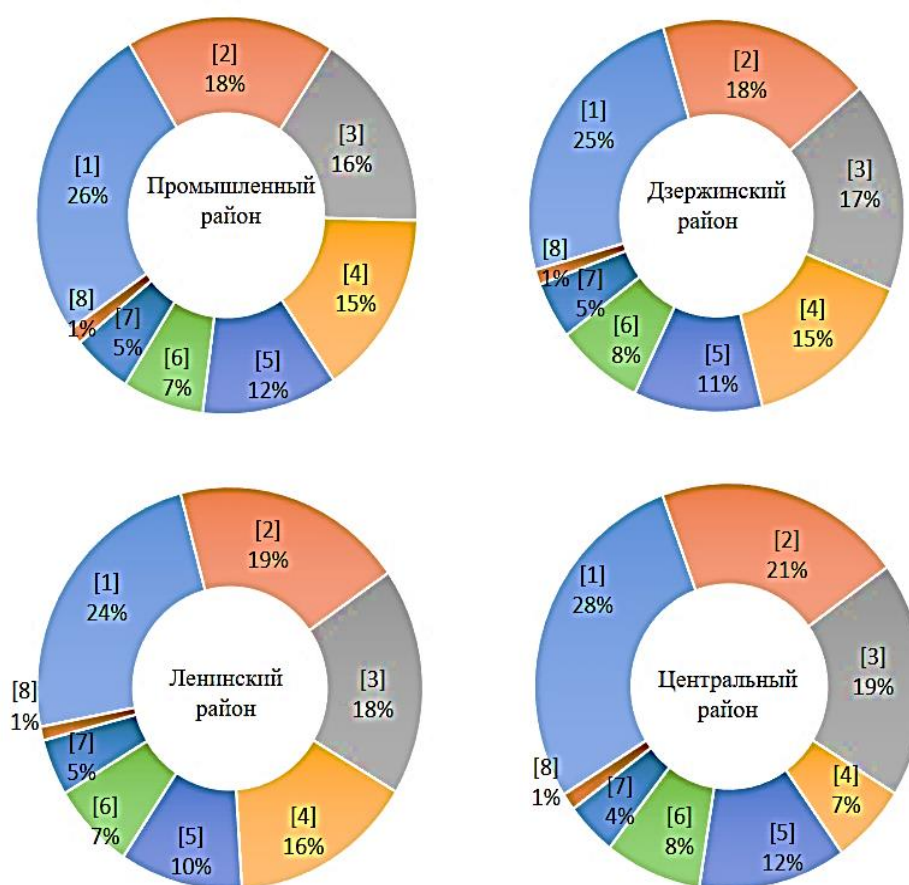
Примечание:* - представлены только статистически значимые различия между изучаемыми территориями.

Показатели заболеваемости в Ленинском и Дзержинском районах превышают таковые в Центральном районе в 1,4 и 1,2 раза соответственно

(достоверность различий $\leq 0,05$) (Таблица 3.2). Заболеваемость в Промышленном районе достоверно выше, чем в Центральном районе ($< 0,01$).

Определение аналитической зависимости при анализе заболеваемости ЗНО установило тенденцию к росту показателей во всех районах города со средним и высоким коэффициентом детерминации (Ленинский - $Y=453,02+8,96X$, $R^2=0,86$; Дзержинский - $Y=374,63+12,52 X$, $R^2=0,76$; Центральный - $Y=315,53+9,38X$, $R^2=0,63$; Промышленный - $Y=365,72+8,03X$, $R^2=0,41$).

Проведен внутритерриториальный анализ структуры заболеваемости по основным системам органов. Результаты представлены на Рисунке 3.8.



Примечание: [1] – ЗНО пищеварительной системы, [2] – ЗНО половой системы, [3] – ЗНО кожи, [4] – прочие ЗНО, [5] – ЗНО дыхательной системы, [6] – ЗНО мочевыделительной системы, [7] – ЗНО лимфатической и кроветворной системы, [8] – ЗНО нервной системы.

Рисунок 3.8 – Структура первичной заболеваемости ЗНО по системам органов

Установлено, что среди всех нозологических форм ЗНО органов пищеварительной системы формируют наиболее приоритетную по удельному весу

группу (общий доленой вклад в структуре от 24% до 28% в разных районах), являясь причиной смертности в половине всех выявленных случаев заболеваний. Кроме того, лидирующие позиции в структуре занимают ЗНО половой системы и кожи. Стоит отметить, что по сравнению с структурой заболеваемости 1991-1998 годов злокачественные новообразования органов пищеварительной системы и кожи остаются в числе лидирующих по общему вкладу, но при этом снизился вклад заболеваний органов дыхания (в среднем на 7-8% во всех районах), что отражает общемировую тенденцию в изменении структуры данной патологии. Анализ динамики изменения показателей данной патологии по приоритетным нозологическим формам установил статистически значимое ($p \leq 0,05$) увеличение уровней онкозаболеваемости во всех районах города за период 1998-2018 гг.

Особый интерес представляет внутритерриториальный анализ уровня заболеваемости по отдельным локализациям. Установленные различия по изучаемым показателям на исследуемых территориях представлены в Таблице А1. (Приложения А).

Установлены достоверные ($p \leq 0,05$) более высокие показатели заболеваемости в Ленинском районе по следующим локализациям – трахея, бронхи, легкое; молочная железа; меланома; полость рта; кожа; предстательная железа; лимфатическая и кровеносная ткань; прямая кишка; соединительная и другие мягкие ткани.

Динамический анализ показателей заболеваемости в Дзержинском районе установил достоверно высокие ($p \leq 0,05$) уровни изучаемой патологии по таким локализациям как ЗНО лимфатической и кровеносной ткани, соединительной и других мягких тканей, прямой кишки, молочной железы, кожи (по сравнению с Центральным районом), ЗНО мочевого пузыря, молочной железы и кожи по сравнению с показателями Промышленного района.

В Промышленном районе достоверно чаще диагностируется ЗНО полости рта по сравнению с показателем в Центральном районе.

На Рисунке 3.9 представлена сравнительная оценка величины вклада ЗНО приоритетных локализаций в том числе «Лимфатическая и кровеносная система»,

занимающая первое ранговое место в структуре заболеваемости у населения в возрасте до 30 лет.

Как видно на Рисунке 3.9 существенные различия по величине вклада отдельных локализаций в структуре заболеваемости отмечены между Ленинским и Центральным районом (лимфатическая и кроветворная ткань, молочная железа, кожа (без меланомы), Ленинским и Промышленным (молочная железа, кожа (без меланомы)).

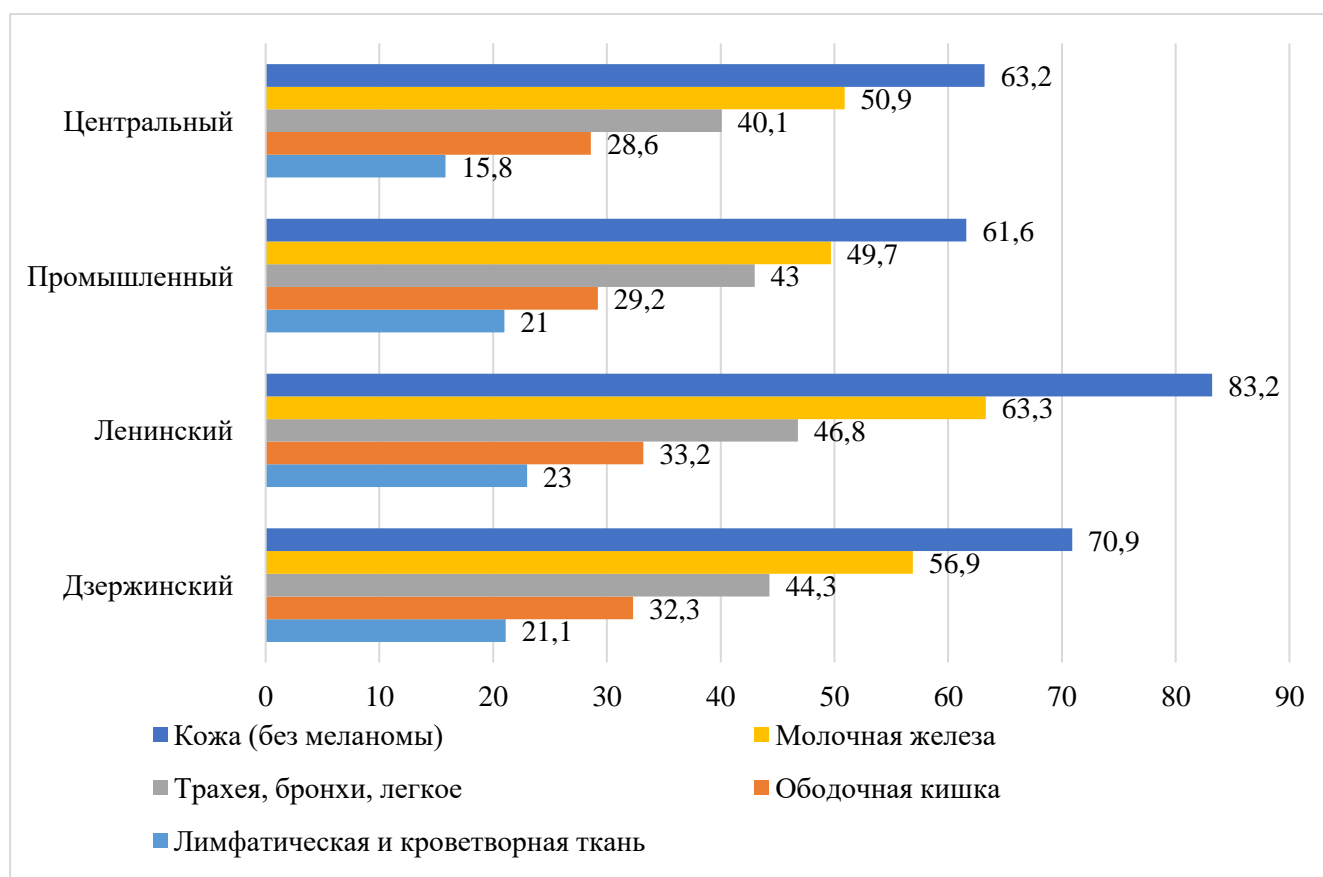


Рисунок 3.9 – Вклад приоритетных нозологических форм в структуру заболеваемости ЗНО по районам города (%)

Территориальное распределение уровней заболеваемости ЗНО головного мозга и других отделов нервной системы установило, что Ленинский ($5,69 \pm 2,52$) и Дзержинский ($5,45 \pm 1,74$) районы демонстрируют наибольшие показатели ($p > 0,05$) (Рисунок 3.10).

Стандартизированные показатели по полу и возрасту показывают, что данная патология достоверно чаще встречается среди женского населения и среди возрастной категории моложе 30 лет ($p \leq 0,05$). Менингеальные и глиальные

опухоли занимают второе место в структуре заболеваемости среди детского населения и пациентов моложе 30 лет.

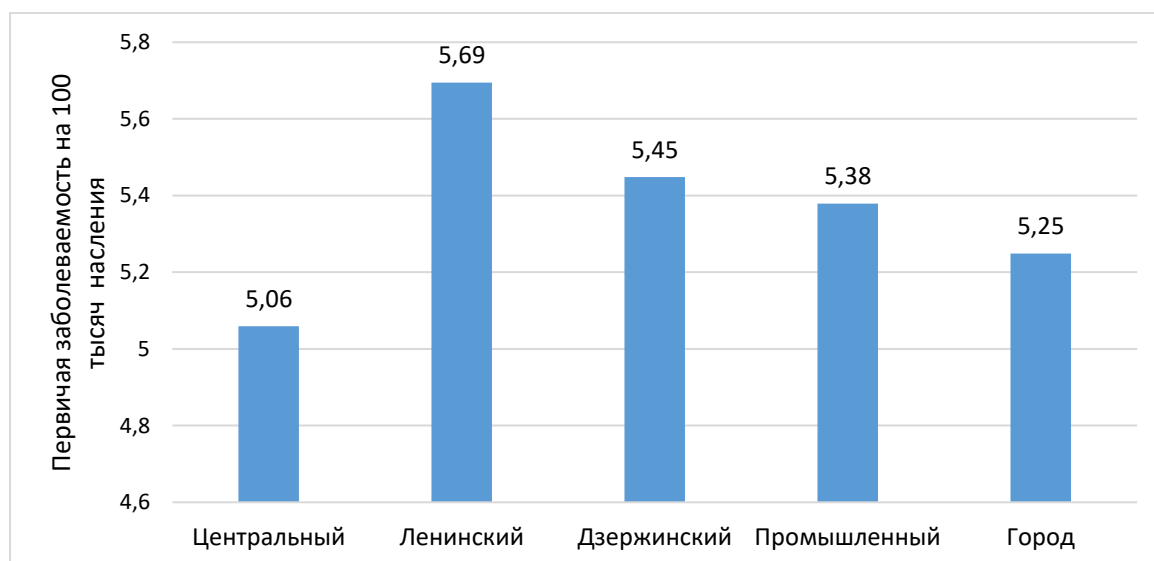


Рисунок 3.10 – Сравнительная характеристика первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями головного мозга и других отделов нервной системы (на 100 тысяч населения) в районах города за 2008-2018 гг.

Многолетняя динамика заболеваемости ЗНО головного мозга и других отделов нервной системы представлена на Рисунке 3.11.

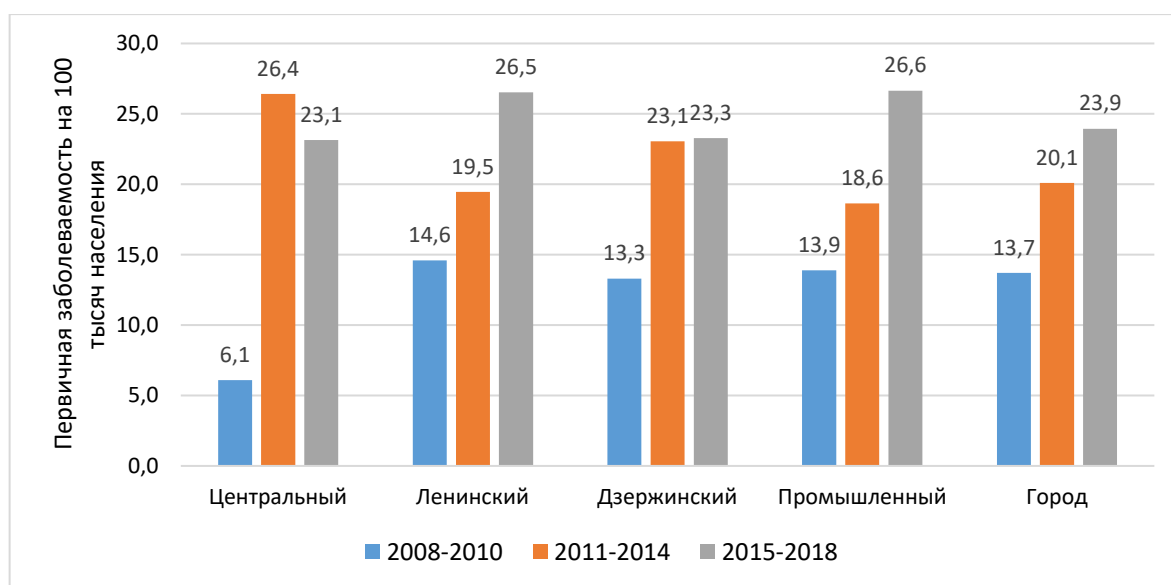


Рисунок 3.11 – Динамика первичной заболеваемости ЗНО головного мозга и других отделов ЦНС по районам города (на 100 тысяч населения)

Выравнивание динамических рядов показателей первичной онкозаболеваемости головного мозга населения выявило положительный тренд к росту уровня во всех районах города (Ленинский - $Y=4,3+0,26X$, $R^2=0,3$;

Дзержинский - $Y=4,4+0,18 X$, $R^2=0,2$; Центральный - $Y=1,3+0,62X$, $R^2=0,5$; Промышленный - $Y=3,3+0,34X$, $R^2=0,2$).

Полученные результаты анализа уровня и динамики заболеваемости ЗНО головного мозга отражают общемировую тенденцию к росту распространенности данной патологии. Среди первичных опухолей центральной нервной системы преобладают глиомы и менингиомы (на их долю приходится более 70% в общей структуре опухолей ЦНС). Анализ опубликованных данных показал, что около 5% случаев заболеваний обусловлены наличием наследственных синдромов. Среди других этиологических факторов авторы рассматривают воздействие ЭМП радиочастотного диапазона. Так, ряд исследователей пришли к выводу, что продолжительное воздействие, то есть более 10 лет использования мобильных телефонов, повышает риск развития ипсилатеральных опухолей центральной нервной системы. Таким образом, анализ опубликованных данных и полученные результаты анализа заболеваемости ЗНО головного мозга населения города определили актуальность оценки риска развития изучаемой патологии при экспозиции ЭМП, что представлено в настоящем исследовании.

Таким образом, динамический анализ статистических данных, проведенный на данном этапе исследования, установил высокие уровни и неравномерность распределения заболеваемости злокачественными новообразованиями на исследуемых территориях с сохраняющейся тенденцией к росту показателей как среди мужского, так и среди женского населения, стабильно превышающие среднероссийские и показатели по Приволжскому Федеральному округу. Отмечено статистически значимое ($p \leq 0,05$) увеличение уровней онкозаболеваемости во всех районах города по приоритетным локализациям за период 1998-2018 гг. Данная тенденция обусловлена как ростом первичной заболеваемости, так и повышением уровня ранней диагностики, «накоплением» заболеваний за счет сохранения жизни пациентов. Злокачественные новообразования дыхательной системы (трахеи, бронхов, легкого), пищеварительной системы (ободочной кишки, желудка, прямой кишки), кожи, системы крови (лимфатической и кроветворной ткани), мочеполовой системы

(молочной и предстательной железы) занимают ведущие позиции в структуре заболеваемости среди мужского и женского населения.

Показано, что приоритетными территориями риска по уровню первичной онкологической заболеваемости являются Ленинский и Дзержинский районы города, показатели заболеваемости в которых превышают таковые в Центральном районе в 1,4 и 1,2 раза соответственно ($p < 0,05$). Заболеваемость в Промышленном районе достоверно выше, чем в Центральном районе ($p < 0,01$). Стоит отметить, что Ленинский район является приоритетной территорией для более углубленных гигиенических исследований, так как согласно исследованиям, проведенным на территории города в конце 1990х годов (Боев В.М., Прыткова О.В., Быстрых В.В.), достоверно более высокие показатели заболеваемости ЗНО регистрируются именно на данной административной единице. При этом в Центральном районе наблюдаются стабильно меньшие показатели, чем в других районах города. При сравнительном внутритерриториальном анализе структуры заболеваемости ЗНО установлены достоверные ($p \leq 0,05$) более высокие показатели заболеваемости в Ленинском районе по следующим локализациям – трахея, бронхи, легкое; молочная железа; меланома; полость рта; кожа; предстательная железа; лимфатическая и кроветворная ткань; прямая кишка; соединительная и другие мягкие ткани. Установлено, что по сравнению со структурой заболеваемости в 1991-1998 годах увеличился удельный вес таких нозологических форм как ЗНО кожи, молочной железы, тела матки, желудка, предстательной железы, щитовидной железы. Необходимо отметить, что во всех районах города за изучаемый период отмечена тенденция к росту заболеваемости ЗНО головного мозга, при этом наиболее высокие уровни установлены в Ленинском и Дзержинском районах города ($p > 0,05$).

Таким образом, установленные территориальные различия по уровню и структуре заболеваемости определяют необходимость дальнейших исследований по углубленной гигиенической оценке качества среды обитания и установления приоритетных факторов с учетом административного деления крупного промышленного города.

ГЛАВА 4. КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ КАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Оренбургская область относится к одним из ведущих промышленно развитых регионов Российской Федерации. Областной центр – крупный промышленный город общей площадью 916,9 км² и численностью населения 579 тысяч человек (на 1 января 2019г.). Формируемая высокая антропогенная нагрузка города обусловлена значительным сосредоточением промышленных предприятий различных отраслей народного хозяйства составляющих более четырех тысяч источников загрязнения объектов среды обитания (более 50 крупных предприятий). Градообразующими предприятиями являются крупнейший газохимический комплекс в Российской Федерации ООО «Газпром добыча Оренбург», предприятия машиностроения и металлообработки. По результатам проведенного ретроспективного эпидемиологического анализа заболеваемости населения ЗНО установлено, что в промышленном городе отмечен стабильно высокий уровень изучаемой патологии, превышающий среднеобластной и среднероссийский показатели. На данном этапе исследования проведен сравнительный анализ риска здоровью, формирующегося при многокомпонентном воздействии среды обитания на основе многолетних данных химического канцерогенного мониторинга.

4.1 Сравнительная гигиеническая оценка канцерогенной нагрузки на селитебных территориях промышленного города

Гигиеническая оценка канцерогенной опасности атмосферного воздуха

В Оренбургской области основными стационарными источниками, формирующие аэрогенную нагрузку химическими поллютантами, остаются предприятия нефтегазовой и металлургической промышленности, топливно-

энергического комплекса, горнодобывающей отрасли. Стоит отметить, что при анализе динамики и структуры валовых выбросов предприятий на территории области, установлена тенденция к снижению выбросов от стационарных источников (уменьшение в 2018 г. на 21,2% по отношению к 2005 г.), и к увеличению валовых выбросов от передвижных источников (увеличение в 2018 г. в 3 раза по отношению к 2005 г.) (Рисунок 4.1.1).



Рисунок 4.1.1 – Динамика валовых выбросов по области от передвижных* и от всех источников (передвижных и стационарных)

Примечание: «*» – выбросы от автомобильного транспорта, рассчитанные по методике ФГУ НИИ «Атмосфера» С.-Петербург, и выбросы от железнодорожного транспорта)

Отмечено, что основную долю в структуре компонентного состава составляют газообразные и жидкие вещества 3 и 4 класса опасности (Рисунок 4.1.2)

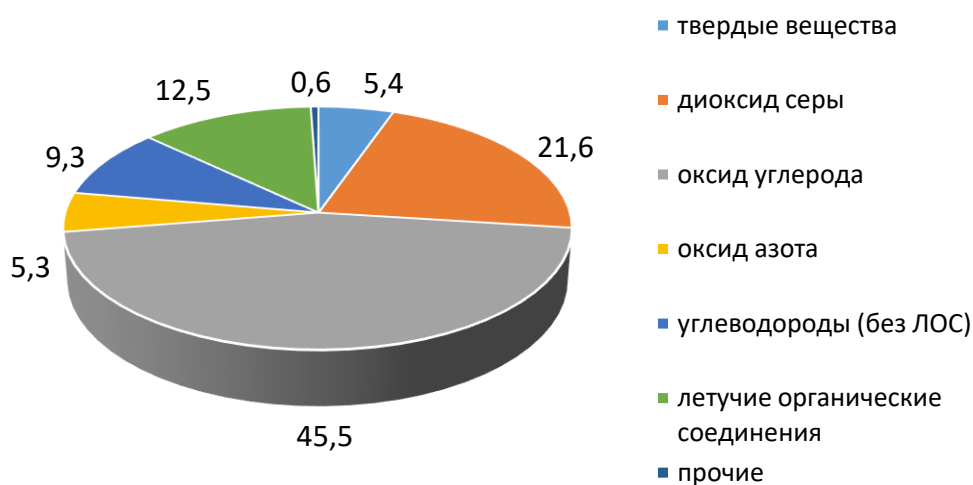


Рисунок 4.1.2 – Структура выбросов от стационарных источников в области в, в %

Ведущими источниками загрязнения воздушной среды в г. Оренбурге по отчетной форме «2ТП-воздух» являются предприятия нефтеперерабатывающей и газодобывающей промышленности, машиностроения, электроэнергетики, а также автомобильный и железнодорожный транспорт, котельные объектов жилищно-коммунального хозяйства (Рисунок 4.1.3). Следует отметить, что в областном центре долевой вклад автотранспорта в формирование аэрогенной нагрузки составляет 70%. На территории МО «город Оренбург» за физическими лицами зарегистрировано 270 тысяч единиц транспортных средств, при этом прогнозируется с учетом ежегодного роста числа автотранспорта увеличение автопарка до 550 легковых автомобилей на 1000 жителей к 2030 году.

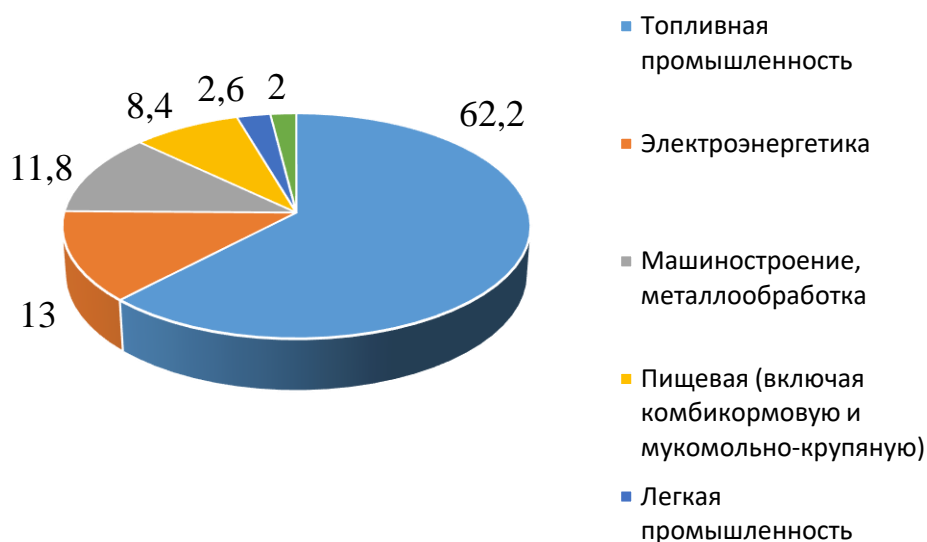


Рисунок 4.1.3 – Структура промышленного сектора г. Оренбурга, в %

Исследование качества воздушной среды областного центра по мониторинговым данным установило тенденцию к сокращению количества проб с превышением гигиенических нормативов, начиная с 2005 г. (Рисунок 4.1.4).

Промышленно развитый г. Оренбург относится к числу территорий области с высоким уровнем антропогенного воздействия, что подтверждается стабильно высокими показателями неудовлетворительных исследованных проб атмосферного воздуха, которые более чем в 2 раза превышают показатели по области и в 1,18 раза ниже среднероссийских уровней.

Среди всех загрязняющих веществ наиболее значимыми являются канцерогеноопасные ксенобиотики, поступающие от стационарных и

передвижных источников. Основные канцерогенные загрязнители, поступающие ингаляционным путем и контролируемые на территории города по данным государственных докладов представлены в таблице 1Б (Приложение Б).

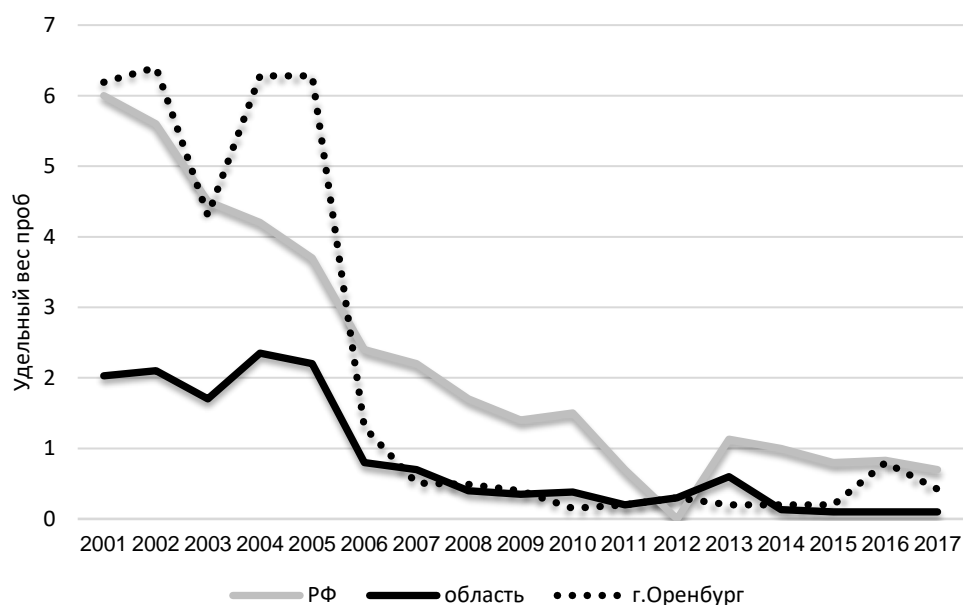


Рисунок 4.1.4 – Динамика показателей удельного веса проб (%) с превышением ПДК по всем исследуемым химическим веществам за 2001-2017 гг.

Проведен анализ результатов проб атмосферного воздуха в разрезе административных районов города и рассчитаны среднегодовые концентрации изучаемых загрязнителей (Таблица 4.1.1).

Таблица 4.1.1 – Среднегодовые значения концентраций канцерогенных загрязнителей в долях ПДК атмосферного воздуха административных районов города ($M \pm m$)

Вещества	Центральный (1)	Ленинский (2)	Дзержинский (3)	Промышленный (4)	Город (5)	Достоверность различий (p) *
Формальдегид	0,735±0,057	0,500±0,077	0,645±0,146	0,741±0,094	0,669±0,102	p (1-2) =0,006; p (1-3) =0,03; p (2-4) =0,002; p (3-4) =0,01; p (2-5) =0,03; p (4-5) =0,04
Бенз[а]пирен	2,139±0,424	1,24±0,342	1,784±0,532	2,496±0,308	1,887±0,532	p (1-2) =0,0003; p (2-4) =0,01; p (2-3) =0,009; p (1-5) =0,02

Продолжение Таблицы 4.1.1

Бензол	0,132±0,007	0,087±0,011	0,160±0,014	0,181±0,015	0,140±0,037	-
Этилбензол	0,135±0,019	0,122±0,036	0,135±0,038	0,144±0,027	0,136±0,012	-
Стирол	0,722±0,131	0,838±0,227	0,589±0,216	0,705±0,160	0,721±0,083	-
Хром	0,013±0,035	0,012±0,004	0,049±0,038	0,052±0,025	0,025±0,013	p (1-3) =0,03; p (1-4) =0,03; p (2-3) =0,03; p (2-4) =0,03
Свинец	0,087±0,010	0,091±0,021	0,080±0,025	0,126±0,019	0,096±0,015	-
Мышьяк	1,185±0,183	1,331±0,191	1,676±0,424	1,408±0,263	1,355±0,154	-
Сажа	0,175±0,022	0,153±0,035	0,200±0,041	0,182±0,045	0,183±0,020	-
Никель	0,735±0,011	0,048±0,024	0,030±0,022	0,028±0,015	0,034±0,009	-
Кобальт	0,031±0,001	0,008±0,002	0,007±0,002	0,007±0,002	0,01±0,001	p (1-2) =0,03; p (1-3) =0,03; p (1-4) =0,03
Кадмий	0,045±0,004	0,023±0,014	0,032±0,045	0,015±0,007	0,026±0,014	-
Хлороформ	0,164±0,046	0,112±0,026	0,131±0,045	0,183±0,051	0,154±0,027	-
Тетрахлорметан	0,001±0,001	0,001±0,0003	0,0005±0,0003	0,001±0,0003	0,001±0,0003	-

Примечание:* - представлены только статистически значимые различия между изучаемыми территориями.

По результатам исследования качества воздушной среды установлено, что по показателям превышения гигиенических нормативов, класса опасности вещества и фактора канцерогенного потенциала наиболее приоритетными канцерогенными загрязнителями явились мышьяк (1,36±0,15 ПДК), бенз[а]пирен (1,89±0,53 ПДК), формальдегид (0,67±0,1 ПДК, с учетом ранее действующих нормативов – 1,8±0,5 ПДК (2014г.).

При сравнительной внутритерриториальной оценке установлено, что среднегодовые концентрации формальдегида и бенз[а]пирена достоверно выше в Промышленном и Центральном районах города, хрома (VI) – в Дзержинском и Промышленном, а содержание кобальта в атмосферном воздухе Центрального района достоверно ниже, чем на других территориях.

Мышьяк является канцерогеном 1 группы по классификации МАИР, вызывает онкологические заболевания кожи и легких. Территориальное ранжирование показывает, что в Дзержинском районе наиболее часто фиксируется

превышение ПДК по мышьяку, среднегодовые значения концентраций превышают таковые по городу в 1,2 раза.

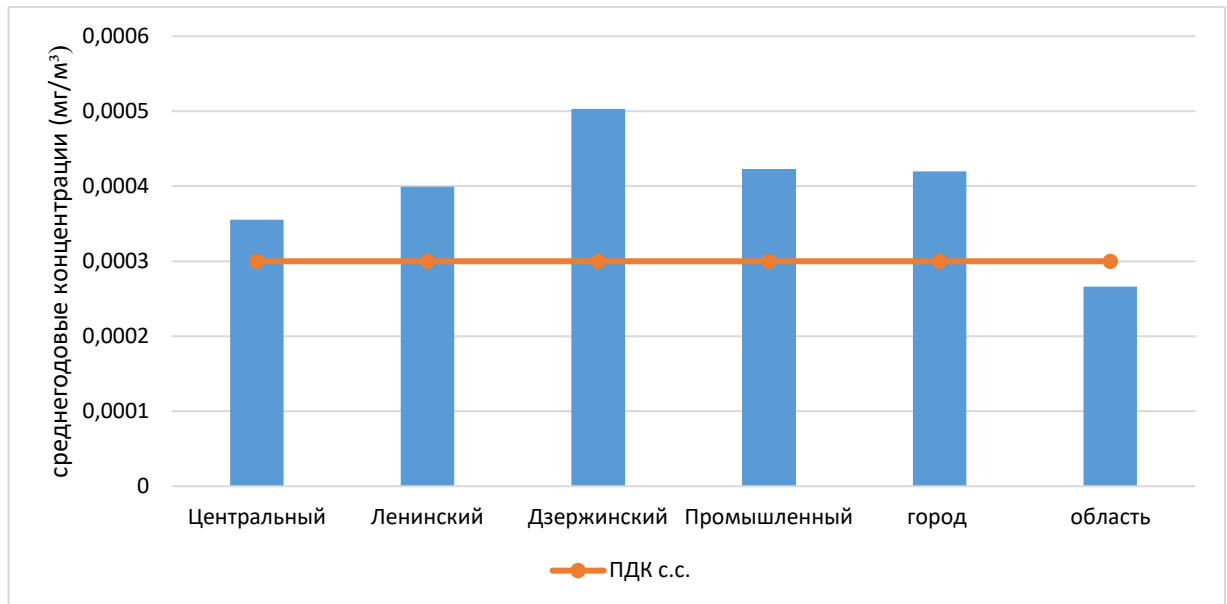


Рисунок 4.1.5 – Сравнительная характеристика значений среднегодовых концентраций (мг/м³) мышьяка на исследуемых территориях
 Бенз[а]пирен – канцерогенный органический загрязнитель, продукт сгорания топлива, мощными источниками которого выступают передвижные источники и ТЭЦ. За период наблюдения Промышленный район демонстрирует высокие концентрации данного вещества, особенно за период 2005-2008 гг. (Рисунок 4.1.6), во все годы наблюдения стабильно сохраняется ситуация превышения установленных нормативов во всех районах города.

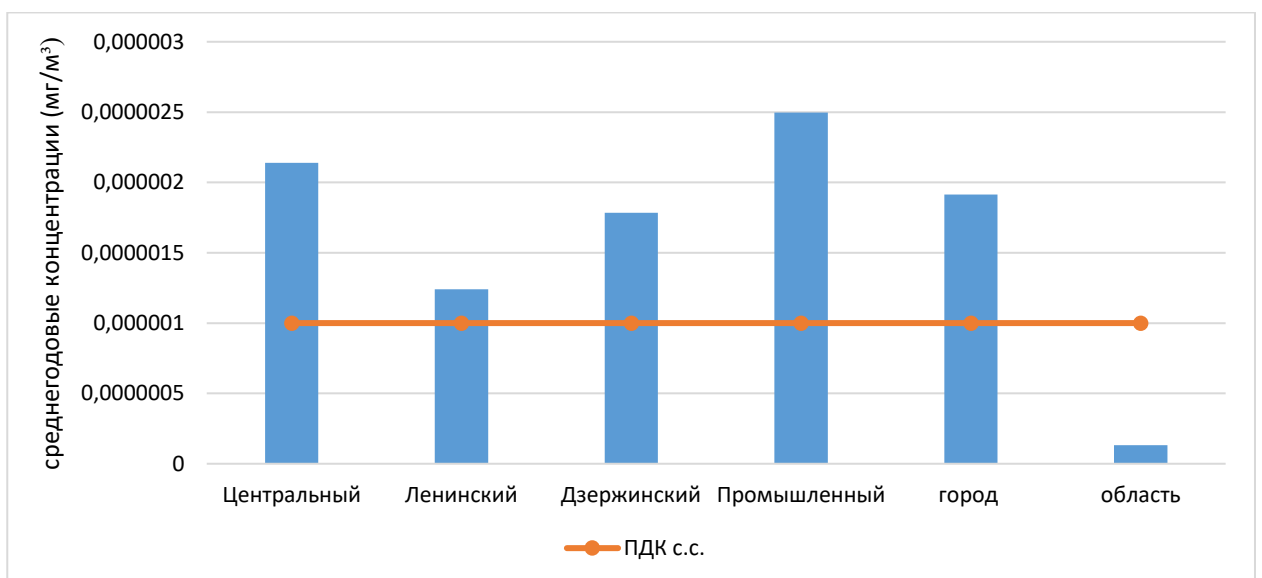


Рисунок 4.1.6 – Сравнительная характеристика значений среднегодовых концентраций (мг/м³) бенз[а]пирена на исследуемых территориях

Средняя концентрация бенз[а]пирена в воздухе в разные годы составляла от 0,8 до 2,4 ПДК. Основными источниками бенз[а]пирена в г. Оренбурге являются автотранспорт и ряд предприятий различной отрасли.

Ведущими источниками формальдегида являются нефтехимическая, металлургическая отрасли промышленности, а также автомобильный транспорт. Гигиенически значимые концентрации данного вещества в воздухе опасны особенно в летний период, так как формальдегид интенсивно образуется под влиянием солнечной радиации в летние месяцы из углеводородов. На Рисунке 4.1.7 показано, что на изучаемой территории определяемые среднегодовые концентрации близки к установленной ПДК.

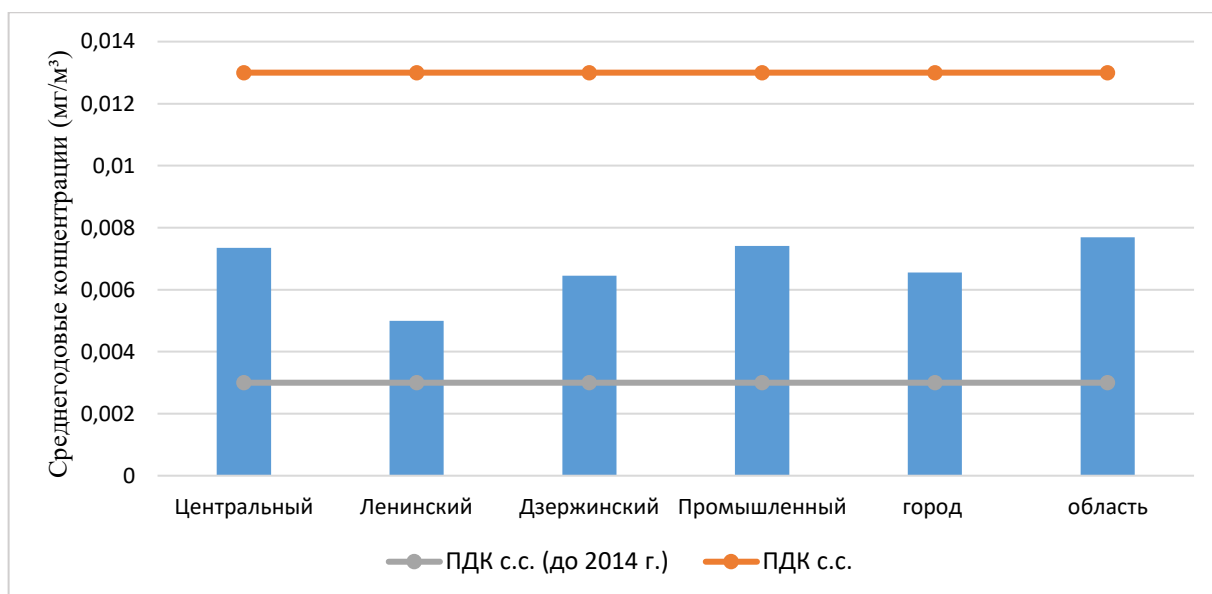


Рисунок 4.1.7 – Сравнительная характеристика значений среднегодовых концентраций (мг/м³) формальдегида на исследуемых территориях

С 25 июля 2014 г. формальдегид относится ко 2-му классу опасности (ранее к 1-му). Величина среднесуточной ПДК при этом была увеличена в 3,3 раза. На Рисунке 4.1.7 показана сравнительная характеристика среднегодовых значений концентраций вещества с учетом ранее действующих нормативов в различных районах города.

В связи с высоким показателем канцерогенной опасности шестивалентного хрома актуальным является изучение его содержания в атмосферном воздухе города. На Рисунке 4.1.8 показано, что во всех районах города не было уставлено

превышение гигиенических нормативов содержания хрома в атмосферном воздухе, при этом наибольший уровень загрязнения данным токсикантом установлен в Промышленном районе города.

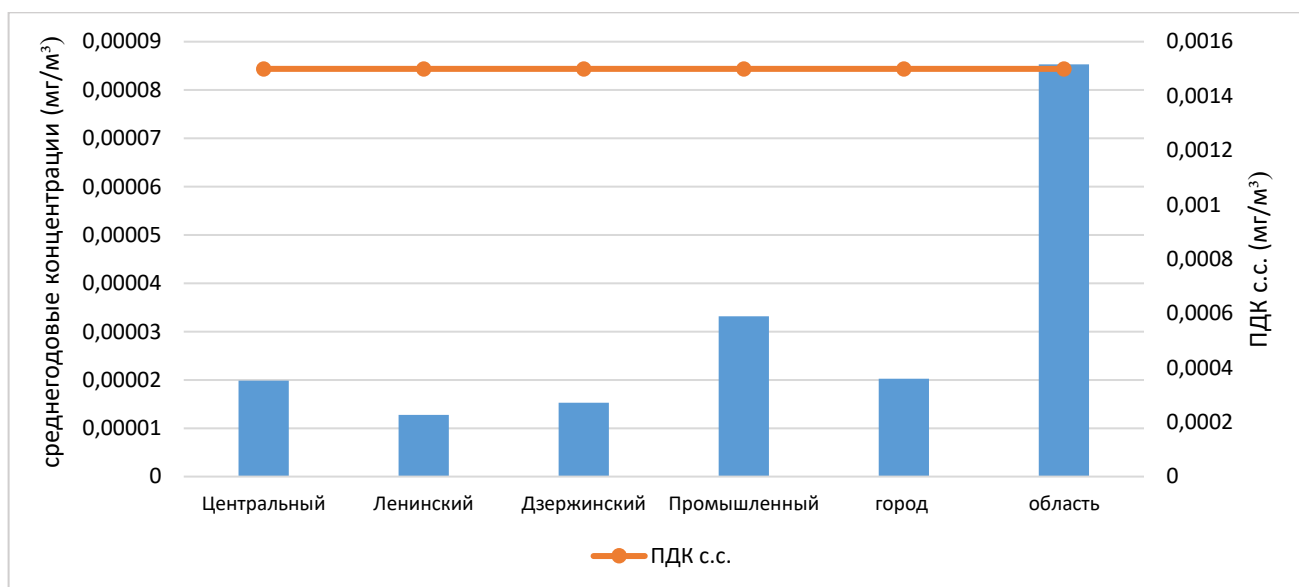


Рисунок 4.1.8 – Сравнительная характеристика значений среднегодовых концентраций (мг/м³) хрома на исследуемых территориях

Суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха в целом по городу составил 4,71. Наибольший суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха установлен в Промышленном районе города с высокой концентрацией предприятий, в том числе второго и третьего класса опасности (Рисунок 4.1.9), с приоритетными канцерогенами в воздухе – бенз[а]пирен (вклад 45%), мышьяк (26%) и формальдегид (7%).

Аналитическое обобщение результатов ранее проведенных исследований в областном центре (1998-2006 гг.) показало, что Ленинский и Дзержинский районы относятся к территориям с наименьшей частотой отклонений проб атмосферного воздуха от установленных предельно-допустимый концентраций. Настоящее исследование, напротив, показало приоритетность антропогенного загрязнения в Дзержинском районе, который занимает второе место по показателю суммарного загрязнения (Рисунок 4.1.9). В Ленинском районе города наблюдаются стабильно низкие уровни загрязнения атмосферного воздуха, при этом значения суммарного

показателя загрязнения воздушной среды более чем в 1,4 раза меньше $K_{\text{сум}}$ для Дзержинского района.

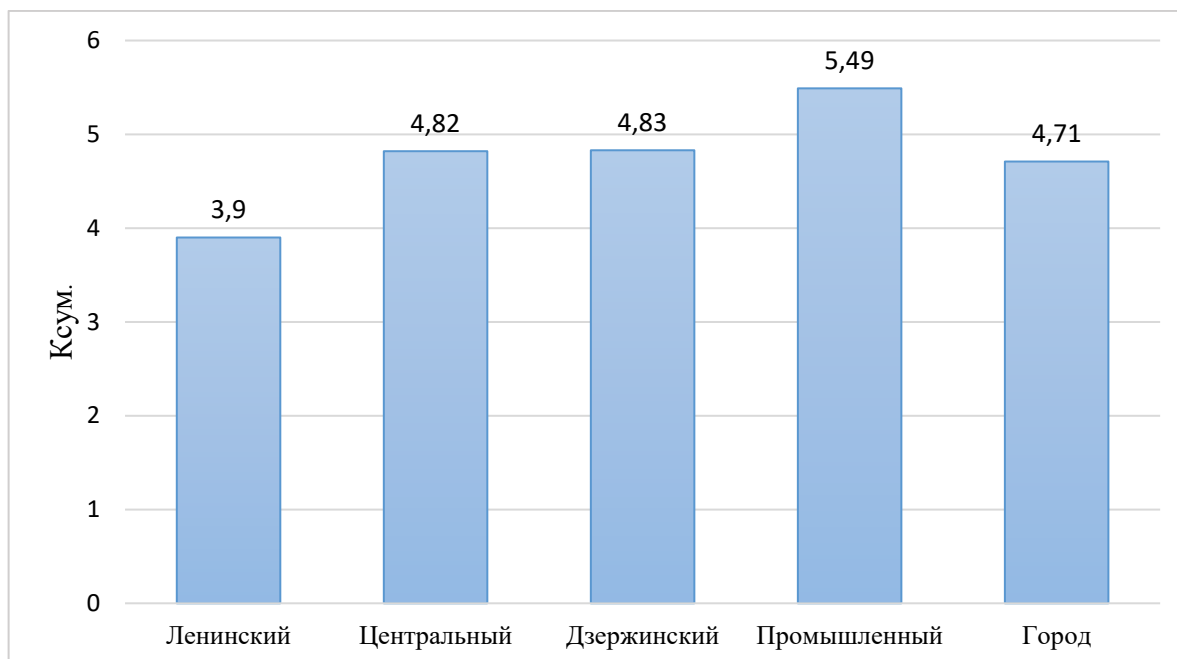


Рисунок 4.1.9 – Значения суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха районов города по всем исследуемым канцерогенным веществам

При сравнительной оценке вклада отдельных загрязнителей в суммарный показатель загрязнения в районах города установлено, что в Дзержинском районе наибольший долевого вклад определяется бенз[а]пиреном (37%), мышьяком (35%), формальдегидом (9%), Ленинский – мышьяк (34%), бенз[а]пирен (32%), стирол (11%), Центральный – бенз[а]пирен (44%), мышьяк (25%), стирол и формальдегид (по 10%) (Рисунок 4.1.10). Такие загрязнители как бензол, свинец, этилбензол, сажа составляют от 1 до 2% в общей структуре $K_{\text{сум}}$ атмосферного воздуха во всех районах.

Таким образом, в Промышленном районе установлена высокая частота превышений гигиенических нормативов канцерогенных загрязнителей, в Промышленном и Центральном районах установлены высокие долевого вклады бенз[а]пирена в структуре $K_{\text{сум}}$ атмосферного воздуха, а в Ленинском и Дзержинском районах города выявлена высокая приоритетность загрязнения воздушной среды мышьяком.

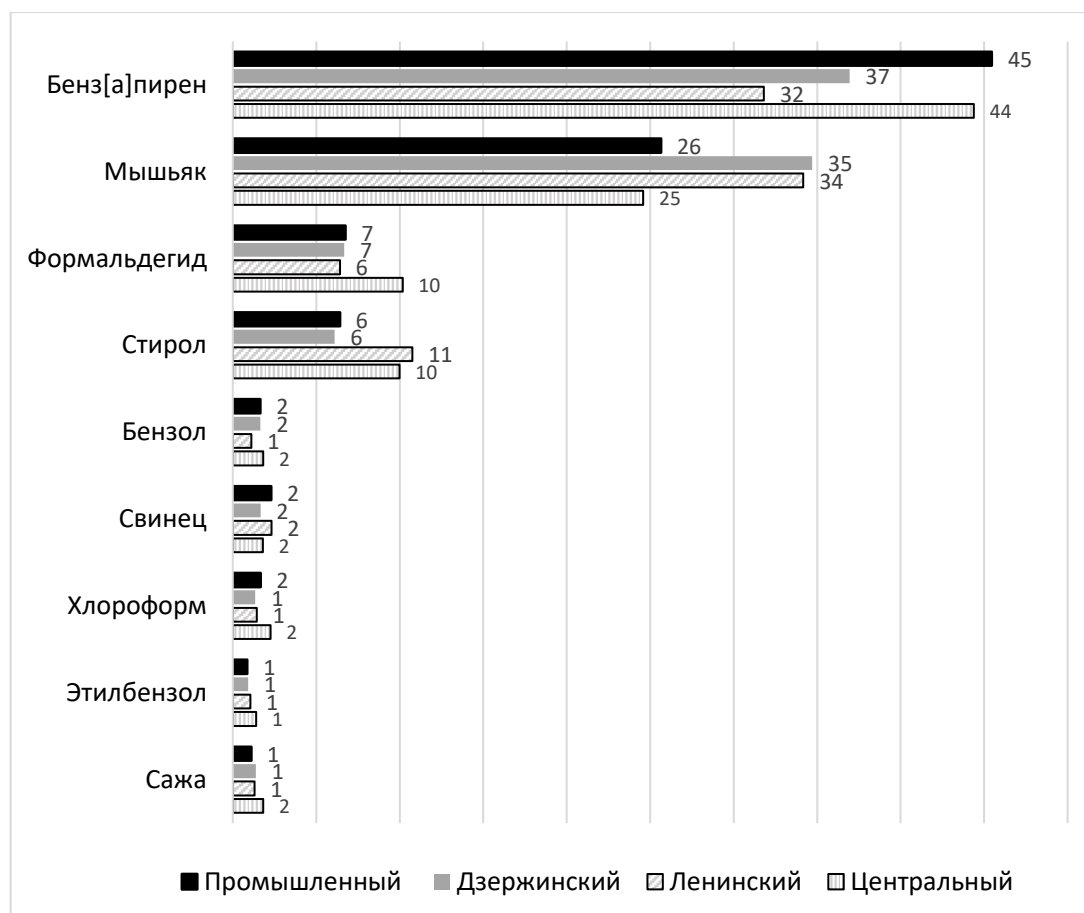


Рисунок 4.1.10 – Сравнительный вклад приоритетных загрязнителей в структуру суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха в районах города (в %)

На следующем этапе произвели расчет индивидуального риска (CR_{ai}) и популяционного (PCR_{ai}) канцерогенного риска здоровью населения при воздействии загрязнителей атмосферного воздуха (Таблица 4.1.2).

Таблица 4.1.2 – Уровень и структура индивидуального канцерогенного риска при воздействии веществ, поступающих с атмосферным воздухом в административных районах города (ICR_{ai})

Исследуемая территория	Вещество	ICR_{ai}	Вклад в $sumCR_{ai}$ (%)	Ранг
1	2	3	4	5
Город	Формальдегид	8,61E-05	3,2	4
	Бенз(а)пирен	2,13E-06	0,1	12
	Бензол	1,08E-04	4,0	3

Продолжение Таблицы 4.1.2

1	2	3	4	5
	Этилбензол	2,95E-06	0,1	11
	Стирол	8,15E-07	0,031	13
	Хром	5,71E-04	21,4	2
	Свинец	3,45E-07	0,013	14
	Мышьяк	1,80E-03	67,5	1
	Сажа	3,93E-05	1,5	5
	Никель	1,64E-05	0,6	6
	Кобальт	8,37E-06	0,3	9
	Кадмий	1,55E-05	0,6	7
	Хлороформ	1,01E-05	0,4	8
	Тетрахлорметан	6,92E-06	0,3	10
Дзержинский район	Формальдегид	8,47E-05	2,52	4
	Бенз(а)пирен	1,99E-06	0,06	12
	Бензол	1,23E-04	3,67	3
	Этилбензол	2,96E-06	0,09	11
	Стирол	6,73E-07	0,02	13
	Хром	8,91E-04	26,53	2
	Свинец	2,89E-07	0,01	14
	Мышьяк	2,16E-03	64,18	1
	Сажа	4,42E-05	1,32	5
	Никель	1,44E-05	0,43	7
	Кобальт	7,86E-06	0,23	9

Продолжение Таблицы 4.1.2

1	2	3	4	5
	Кадмий	1,73E-05	0,52	6
	Хлороформ	8,95E-06	0,27	8
	Тетрахлорметан	5,13E-06	0,15	10
Промышленный район	Формальдегид	9,74E-05	3,2	4
	Бенз(а)пирен	2,78E-06	0,1	12
	Бензол	1,40E-04	4,6	3
	Этилбензол	3,16E-06	0,1	11
	Стирол	8,06E-07	0,026	13
	Хром	9,29E-04	30,2	2
	Свинец	4,54E-07	0,015	14
	Мышьяк	1,81E-03	58,9	1
	Сажа	4,04E-05	1,3	5
	Никель	1,33E-05	0,4	6
	Кобальт	8,35E-06	0,3	8
	Кадмий	7,95E-06	0,3	9
	Хлороформ	1,26E-05	0,4	7
	Тетрахлорметан	6,32E-06	0,2	10
Ленинский район	Формальдегид	6,57E-05	3,0	4
	Бенз(а)пирен	1,38E-06	0,1	12
	Бензол	6,71E-05	3,1	3
	Этилбензол	2,69E-06	0,1	11

Продолжение Таблицы 4.1.2

1	2	3	4	5
	Стирол	9,58E-07	0,04	13
	Хром	2,25E-04	10,4	2
	Свинец	3,26E-07	0,015	14
	Мышьяк	1,71E-03	79,0	1
	Сажа	3,39E-05	1,6	5
	Никель	2,31E-05	1,1	6
	Кобальт	8,48E-06	0,4	8
	Кадмий	1,24E-05	0,6	7
	Хлороформ	7,67E-06	0,4	9
	Тетрахлорметан	5,97E-06	0,3	10
Центральный район	Формальдегид	9,66E-05	4,66	4
	Бенз(а)пирен	2,38E-06	0,11	12
	Бензол	1,02E-04	4,89	3
	Этилбензол	2,98E-06	0,14	11
	Стирол	8,25E-07	0,04	13
	Хром	2,38E-04	11,49	2
	Свинец	3,13E-07	0,02	14
	Мышьяк	1,52E-03	73,42	1
	Сажа	3,88E-05	1,87	5
Никель	1,49E-05	0,72	7	

Продолжение Таблицы 4.1.2

1	2	3	4	5
	Кобальт	8,77E-06	0,42	10
	Кадмий	2,43E-05	1,17	6
	Хлороформ	1,12E-05	0,54	8
	Тетрахлорметан	1,02E-05	0,49	9

Величина канцерогенного риска здоровью населения при воздействии атмосферных загрязнителей формируется такими веществами как мышьяк (вклад 67,5%), хром (VI) (21,4%), бензол (4%), формальдегид (3,2%), сажа (1,5%) (Рисунок 4.1.11).

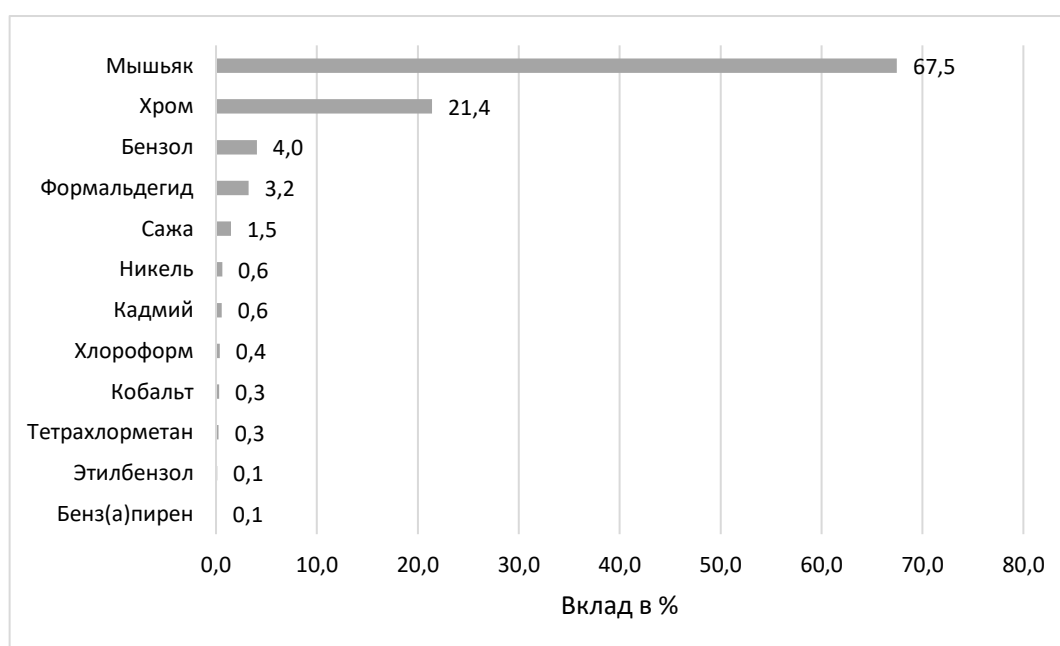


Рисунок 4.1.11 – Вклад приоритетных канцерогенов в структуру индивидуального канцерогенного риска при поступлении веществ с атмосферным воздухом по городу (%)

Установлены территориальные различия долевого вклада отдельных веществ-канцерогенов в различных районах города (Рисунок 4.1.12). При сравнительном анализе формируемых величин индивидуального канцерогенного

риска по районам города установлено, что во всех районах первое ранговое место занимает мышьяк (наибольший вклад в величину sumCRa_i до 79% в Ленинском районе), риск от ингаляционного воздействия которого оценивается как высокий. Второе ранговое место занимает хром (VI) (наибольший вклад в величину sumCRa_i до 30,2% данное вещество вносит в Промышленном районе), третье – бензол (до 4,9% в Центральном районе), четвертое – формальдегид (до 4,7% в Центральном районе), пятое – сажа (до 1,9% в Центральном районе).

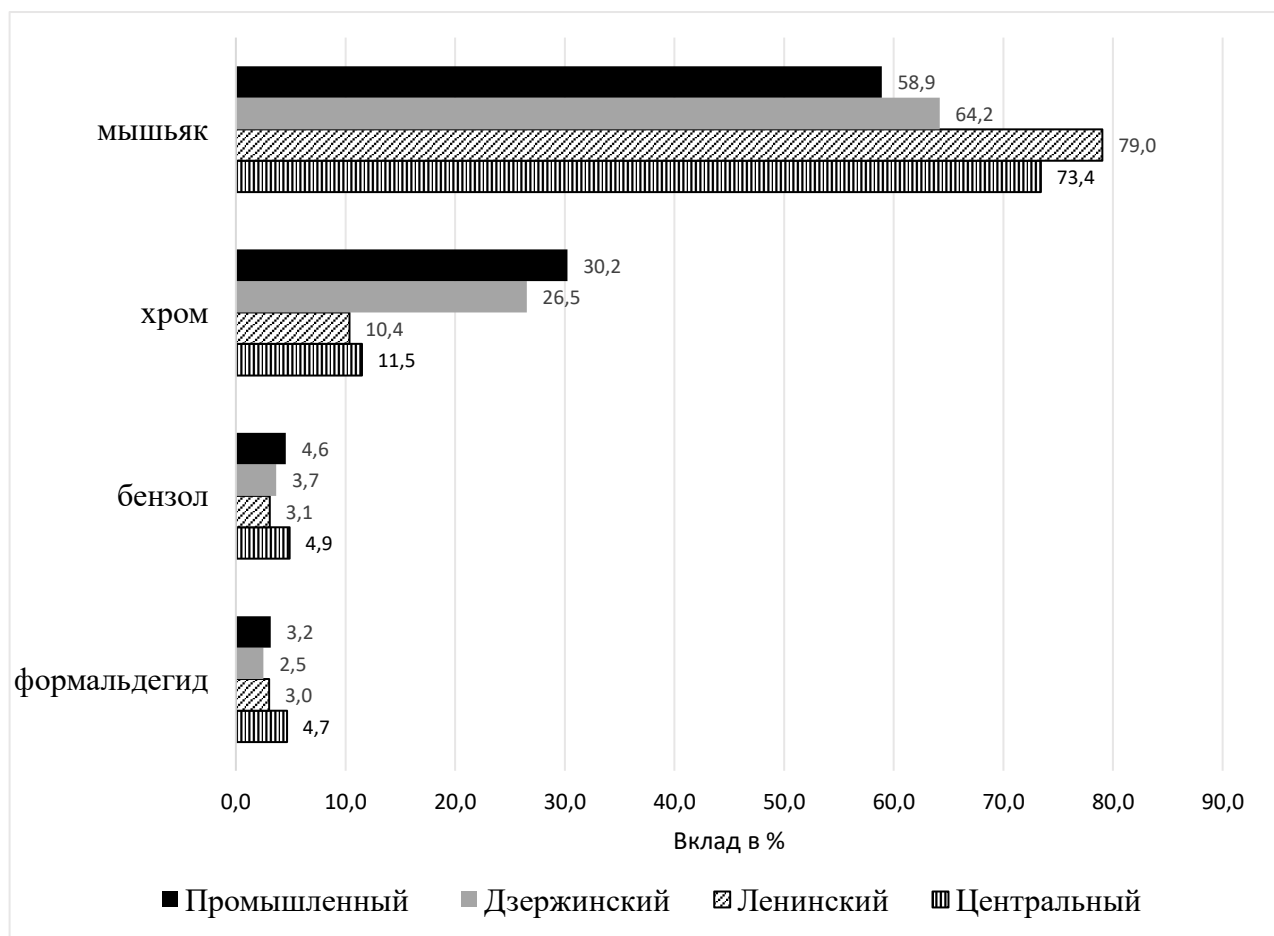


Рисунок 4.1.12 – Сравнительный вклад приоритетных канцерогенов в структуру индивидуального канцерогенного риска при поступлении веществ с атмосферным воздухом по районам города (%)

Количество дополнительных случаев онкологических заболеваний среди населения в течение года, обусловленных воздействием канцерогенов в воздушной среде, в целом по городу Оренбургу составил 1484 случая (Таблица 4.1.3). Уровень формируемого риска при экспозиции загрязнителей атмосферного воздуха по городу оценивается как неприемлемый для населения и профессиональных групп.

Таблица 4.1.3 – Суммарные величины ингаляционного индивидуального канцерогенного риска для населения

Изучаемая территория	Суммарный индивидуальный канцерогенный риск	Ранг	Популяционный канцерогенный риск*
Центральный	2,07E-03	4	204
Ленинский	2,17E-03	3	392
Дзержинский	3,36E-03	1	533
Промышленный	3,07E-03	2	363
Город	2,67E-03		1484

*при численности населения в Центральном районе города – 98186 человек, Ленинском – 181189, Дзержинском – 158601, Промышленном – 118151, г. Оренбурга – 556127.

При сравнительной оценке величин $\sum CR_{ai}$ установлено, что наибольшая величина данного показателя для жителей Промышленного района, на 2-м месте Дзержинский, 3-м – Ленинский, 4-м – Центральный район. При этом во всех районах величина суммарного индивидуального ингаляционного риска не приемлема ни для населения, ни для профессиональных групп.

Гигиеническая оценка канцерогенной опасности питьевой воды

Водный фактор окружающей среды является ценным ресурсом и приоритетным фактором, детерминирующим состояние здоровья населения. Химические контаминанты питьевой воды увеличивают совокупный риск развития таких заболеваний как злокачественные новообразования, заболевания системы кровообращения и нервной системы [36, 40, 41]. По официальным данным в г.Оренбурге 95% населения города обеспечено водой из централизованной системы водоснабжения. По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области 78,3% домохозяйств используют в качестве основного источника питьевой воды водопроводный кран в доме; 11% - бутилированную воду; 6,8% - водопровод во дворе, на улице, на участке; 3,8% - другие источники (артезианская скважина,

колодец, родниковая вода) (Рисунок 4.1.13). При этом более 50% городского населения не применяют дополнительные способы очистки воды, 27% – используют домашние фильтры, 20% – в качестве способа очистки воды использует кипячение.

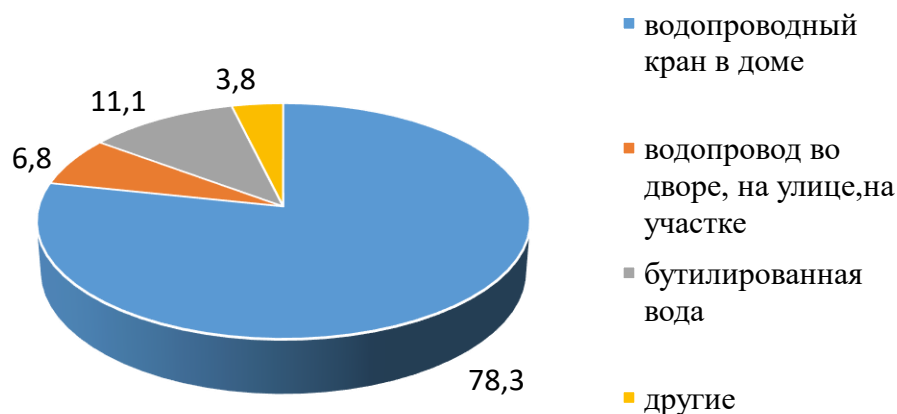


Рисунок 4.1.13 – Распределение населения домохозяйств по источникам потребления (в %)

Доля неудовлетворительных проб воды из водопроводной сети по РФ и области имеет тенденцию к снижению, в целом по области данные показатели за исследуемый период ниже среднероссийских в 2,5 раза (Рисунок 4.1.14).

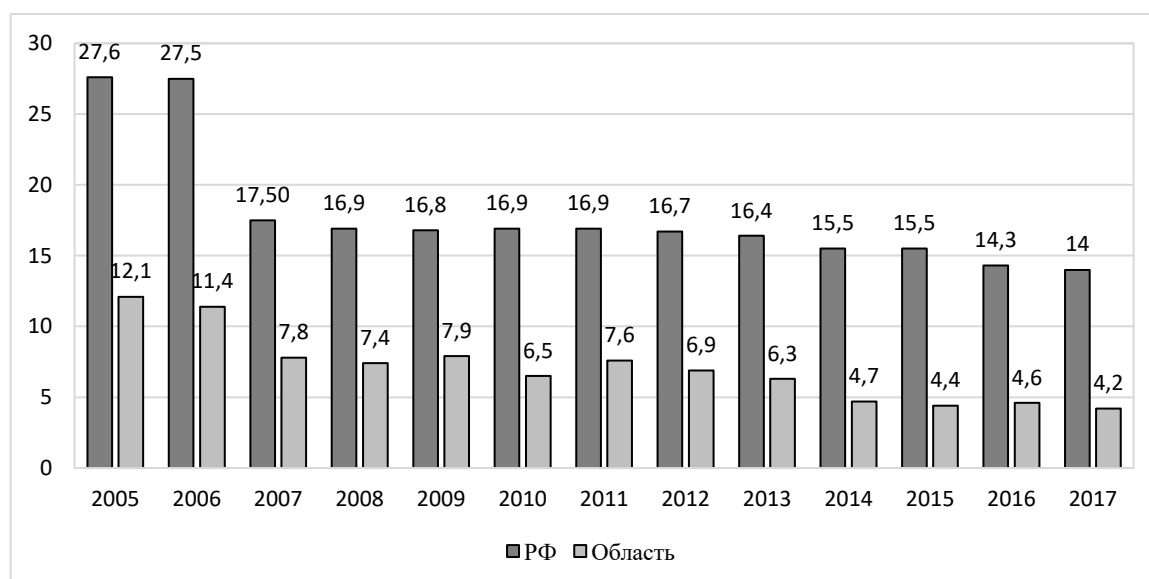


Рисунок 4.1.14 – Доля проб воды из водопроводной сети, не соответствующих гигиеническим нормативам (%)

Анализ качества питьевой воды областного центра свидетельствует о тенденции к снижению общего объема проб, несоответствующих установленным

нормативам по химическим показателям (за период исследования среднегодовое значение доли неудовлетворительных проб составило $9,9 \pm 1,3\%$).

Среднегодовые концентрации канцерогенов в питьевой воде приведены в Таблице 4.1.4.

Таблица 4.1.4 – Среднегодовые значения концентраций канцерогенных веществ в долях ПДК в питьевой воде административных районов города ($M \pm m$)

Вещества	Центральный (1)	Ленинский (2)	Дзержинский (3)	Промышленный (4)	Город (5)	Достоверность различий (p) *
Мышьяк	0,05±0,01	0,03±0,01	0,02±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	-
Свинец	0,13±0,02	0,11±0,01	0,09±0,02	0,05±0,01	0,10±0,02	-
Хром	0,04±0,02	0,07±0,01	0,06±0,01	0,05±0,02	0,06±0,01	-
Никель	0,06±0,01	0,06±0,00	0,06±0,01	0,06±0,00	0,06±0,01	-
Бериллий	1,02±0,08	1,09±0,89	0,15±0,05	1,81±0,05	1,02±0,27	p (1-3) =0,04; p (2-3) =0,02; p (3-4) =0,009; p (3-5) =0,04
Кадмий	0,00001±0,00	0,47±0,04	0,12±0,05	0,87±0,08	0,37±0,04	p (1-2) =0,003; p (1-3) =0,005; p (1-4) =0,001; p (1-5) =0,003; p (3-4) =0,01
Бенз[а]пирен	0,01±0,00	0,01±0,00	0,00±0,00	0,01±0,00	0,01±0,00	-
Бензол	0,08±0,05	0,03±0,01	0,07±0,03	0,10±0,07	0,07±0,04	-
Хлороформ	0,05±0,02	0,07±0,01	0,01±0,00	0,02±0,01	0,04±0,01	p (2-4) =0,03; p (2-3) =0,03
Тетрахлорметан	0,12±0,03	0,10±0,04	0,15±0,15	0,25±0,21	0,15±0,11	-
1,2-дихлорэтан	0,08±0,02	0,04±0,01	0,01±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	-
Тетрахлорэтилен	0,21±0,01	0,09±0,00	0,00±0,00	0,01±0,00	0,08±0,00	-
Бромдихлорметан	0,16±0,04	0,32±0,04	0,08±0,02	0,11±0,03	0,16±0,03	p (2-4) =0,03; p (2-3) =0,03; p (2-5) =0,03; p (3-5) =0,03; p (4-5) =0,03
Дибромхлорметан	0,43±0,12	0,55±0,04	0,18±0,04	0,19±0,04	0,34±0,06	p (2-4) =0,03; p (2-3) =0,03; p (2-5) =0,03; p (3-5) =0,03; p (4-5) =0,03
Бромоформ	0,15±0,05	0,12±0,01	0,07±0,01	0,06±0,01	0,10±0,02	p (2-4) =0,03
Трихлорэтилен	0,01±0,01	0,01±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,01±0,00	-
ДДТ	0,04±0,01	0,03±0,00	0,01±0,01	0,02±0,00	0,02±0,00	-

Примечание:* - представлены только статистически значимые различия между изучаемыми территориями.

Многолетний анализ качества питьевой воды установил, что по показателям превышения гигиенических нормативов, классу опасности и фактору канцерогенного потенциала к числу приоритетных канцерогенных загрязнителей относятся 6 наименований веществ, среди которых бериллий (до $1,81 \pm 0,05$ ПДК в Промышленном районе), кадмий (до $0,87 \pm 0,08$ ПДК), вносящий высокий вклад в структуру загрязнения, органические вещества, образующиеся в процессе водоподготовки.

Ранжирование территорий по уровню содержания химических канцерогенов в питьевой воде установило, что наиболее высокие концентрации ($p \leq 0,05$) тригалогенметанов (бромформ, хлороформ, бромдихлорметан, дибромхлорметан) установлены в Ленинском районе, содержание бериллия и кадмия в питьевой воде в Дзержинском и Центральном районе достоверно ниже по сравнению с другими административными территориями.

При сравнительной оценке среднегодовых концентраций бериллия (1 группа канцерогенов согласно классификации МАИР) за изучаемый период установлены превышения ПДК во всех районах города, наибольшие показатели отмечены в Промышленном районе города (превышение по сравнению со средними показателями по городу в 1,8 раза) (Рисунок 4.1.15).

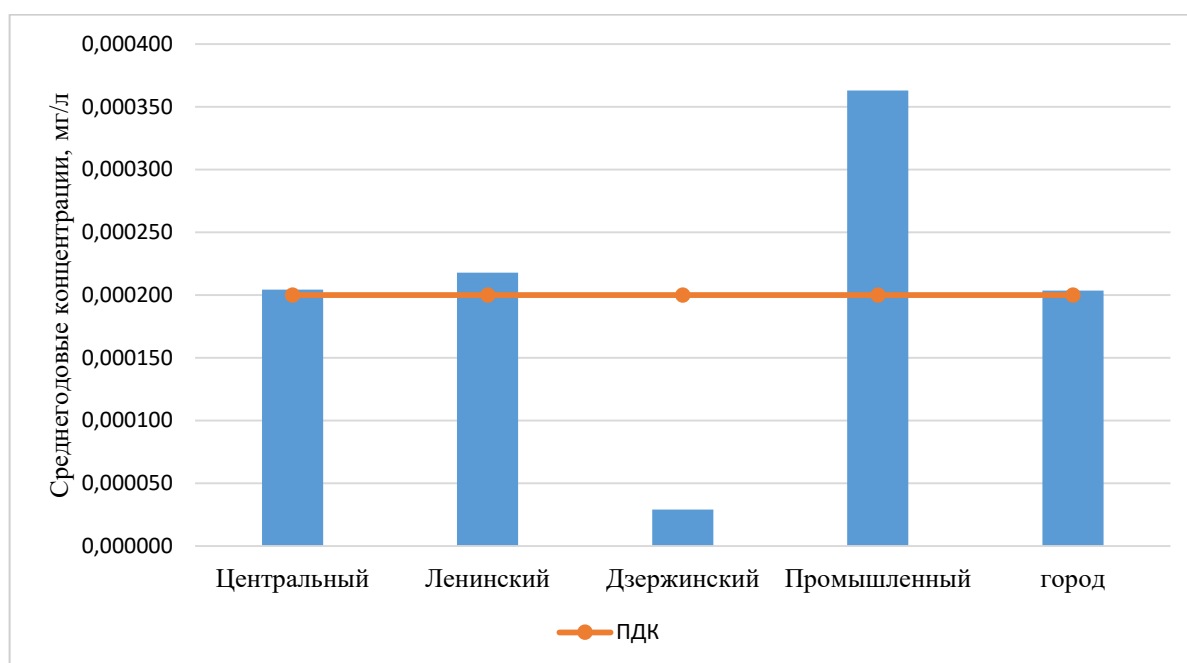


Рисунок 4.1.15 – Сравнительная характеристика значений среднегодовых концентраций (мг/л) бериллия на исследуемых территориях

Кадмий также относится к 1-й группе канцерогенов по классификации МАИР, вызывает злокачественные новообразования легких. При сравнительной оценке среднегодовых концентраций за изучаемый период не установлены превышения ПДК во всех районах города, при этом наибольшие показатели отмечены в Промышленном районе города (превышение по сравнению со средними показателями по городу в 2,4 раза) (Рисунок 4.1.16).

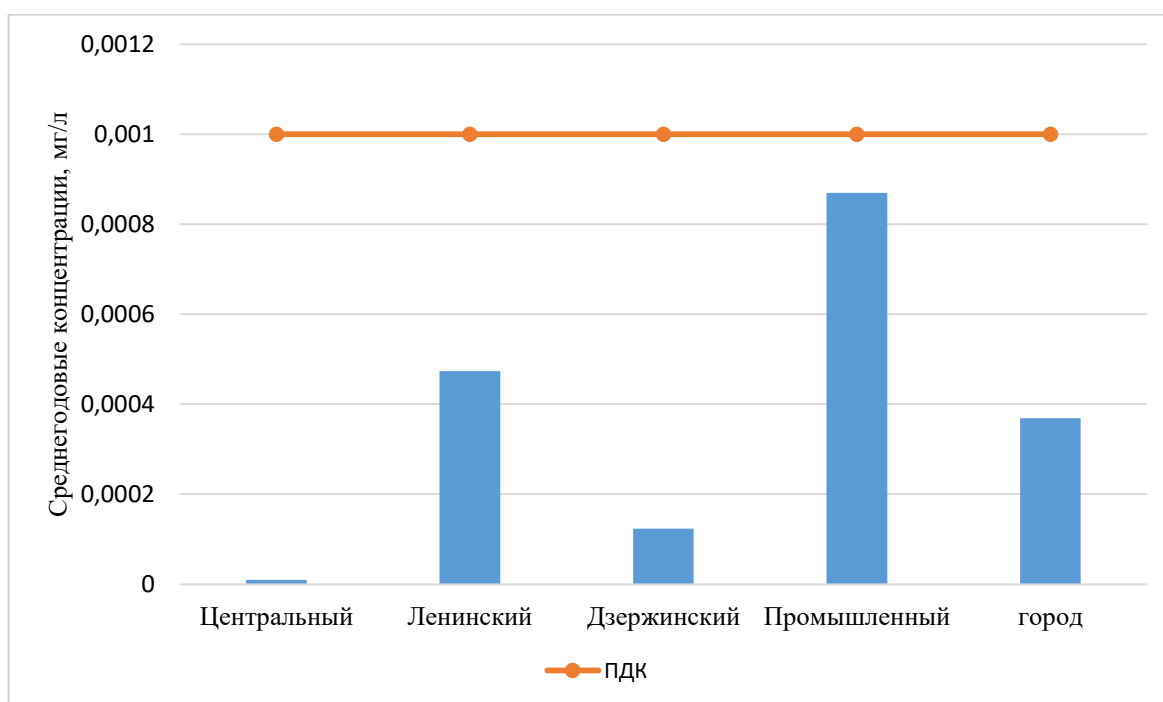


Рисунок 4.1.16 – Сравнительная характеристика значений среднегодовых концентраций (мг/л) кадмия на исследуемых территориях

Образование хлорорганических соединений в процессе подготовки питьевой воды является актуальной проблемой городской системы водоподготовки, так как хлорирование остается самым экономически выгодным способом обеззараживания. Данные вещества обладают высокой канцерогенной и тератогенной опасностью, обладают мутагенной активностью и способны к накоплению в организме человека. Анализ среднегодовых концентраций хлорорганических соединений не установил превышений ПДК во всех районах города, при этом наибольшая суммарная нагрузка данными канцерогенами отмечена в Ленинском и Центральном районах города (превышения суммарного показателя загрязнения по городу в 1,4 и 1,3 раза соответственно) (Рисунок 4.1.17).

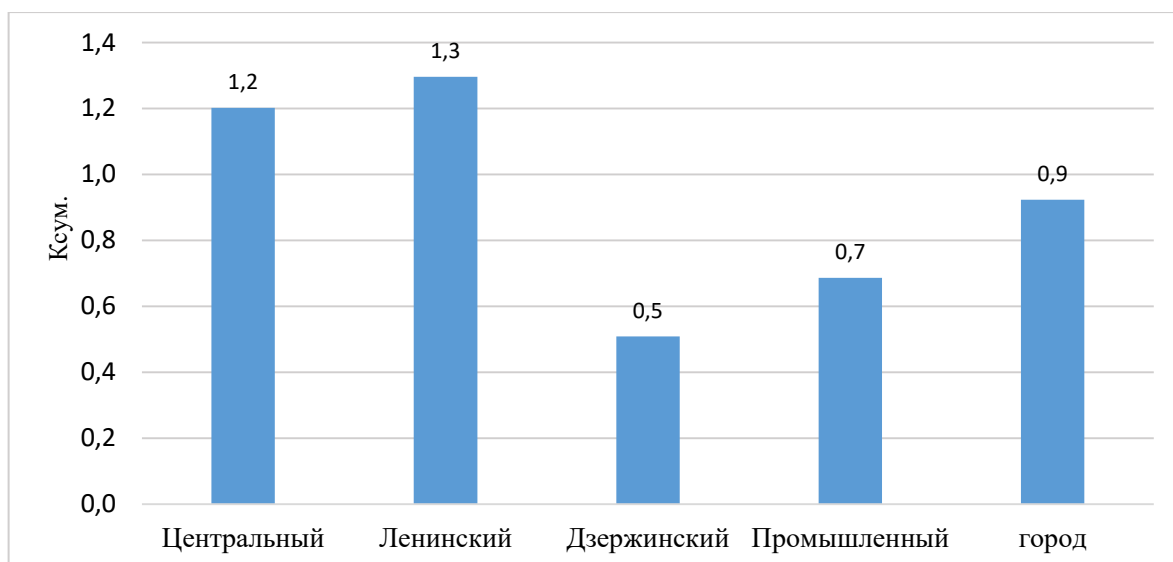


Рисунок 4.1.17 – Суммарная нагрузка хлорорганическими соединениями в пробах питьевой воды административных районов города (Kсум.)

При оценке показателя Kсум. для питьевой воды по изучаемым веществам установлено, что наибольшие значения данного показателя зафиксированы в Промышленном (3,7, что превышает средний показатель по городу в 1,4 раза) и Ленинском (3,2) районах (Рисунок 4.1.18). Данные подтверждают стабильно высокий уровень загрязнения питьевой воды в Промышленном районе, который показали в своих исследованиях Быстрых В.В. (1995 г.), Тулина Л.М. (2006 г.), Дунаев В.Н. (2006 г.).

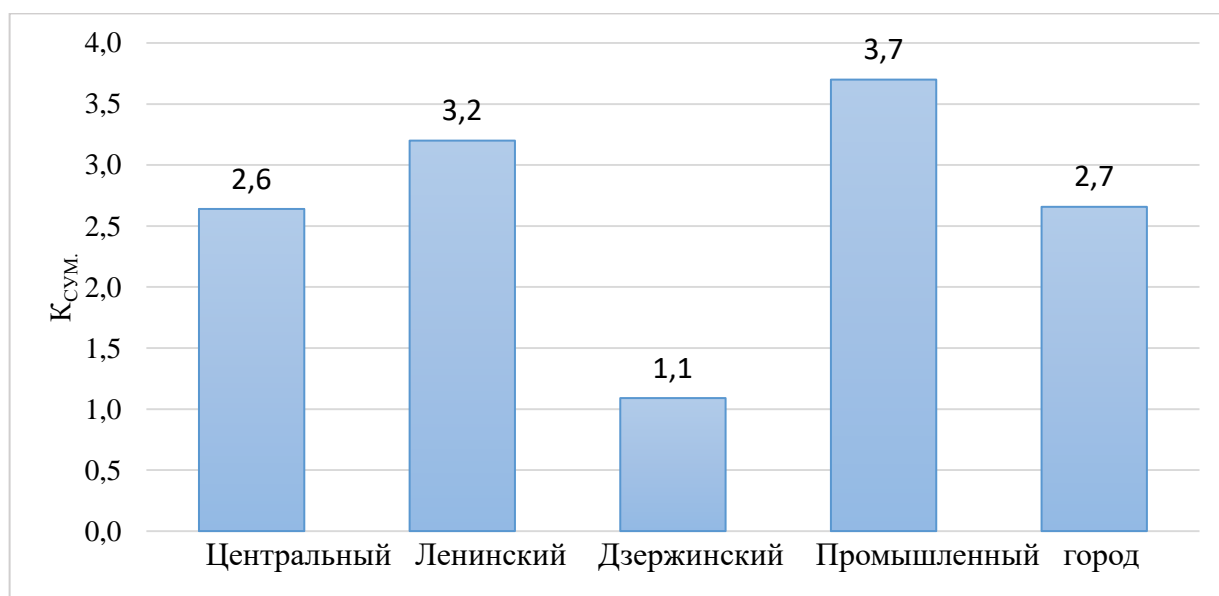


Рисунок 4.1.18 – Значения суммарного показателя загрязнения питьевой воды районов города по исследуемым показателям (Kсум.)

Общий доленой вклад в структуре загрязнения питьевой воды по городу для бериллия составил 34%, дибромхлорметана – 14%, кадмия – 12%, тетрахлорметана – 7%, свинца – 5%, бромдихлорметана – 6%, бромформа – 4%, тетрахлорэтилена, никеля и хрома по 3%.

При сравнительной оценке вклада отдельных загрязнителей в суммарный показатель загрязнения в районах города установлено, что в Центральном районе доленой вклад определяется бериллием (39%), дибромхлорметаном (16%), тетрахлорэтиленом (8%), в Ленинском – бериллием (34%), дибромхлорметаном (17%), бромдихлорметаном (10%), в Дзержинском – бериллием (34%), дибромхлорметаном (16%), бромдихлорметаном (10%), в Дзержинском – дибромхлорметаном (16%), тетрахлорметаном (14%), бериллием (13%), в Промышленном – бериллием (49%), кадмием (24%), тетрахлорметаном (7%) (Рисунок 4.1.19).

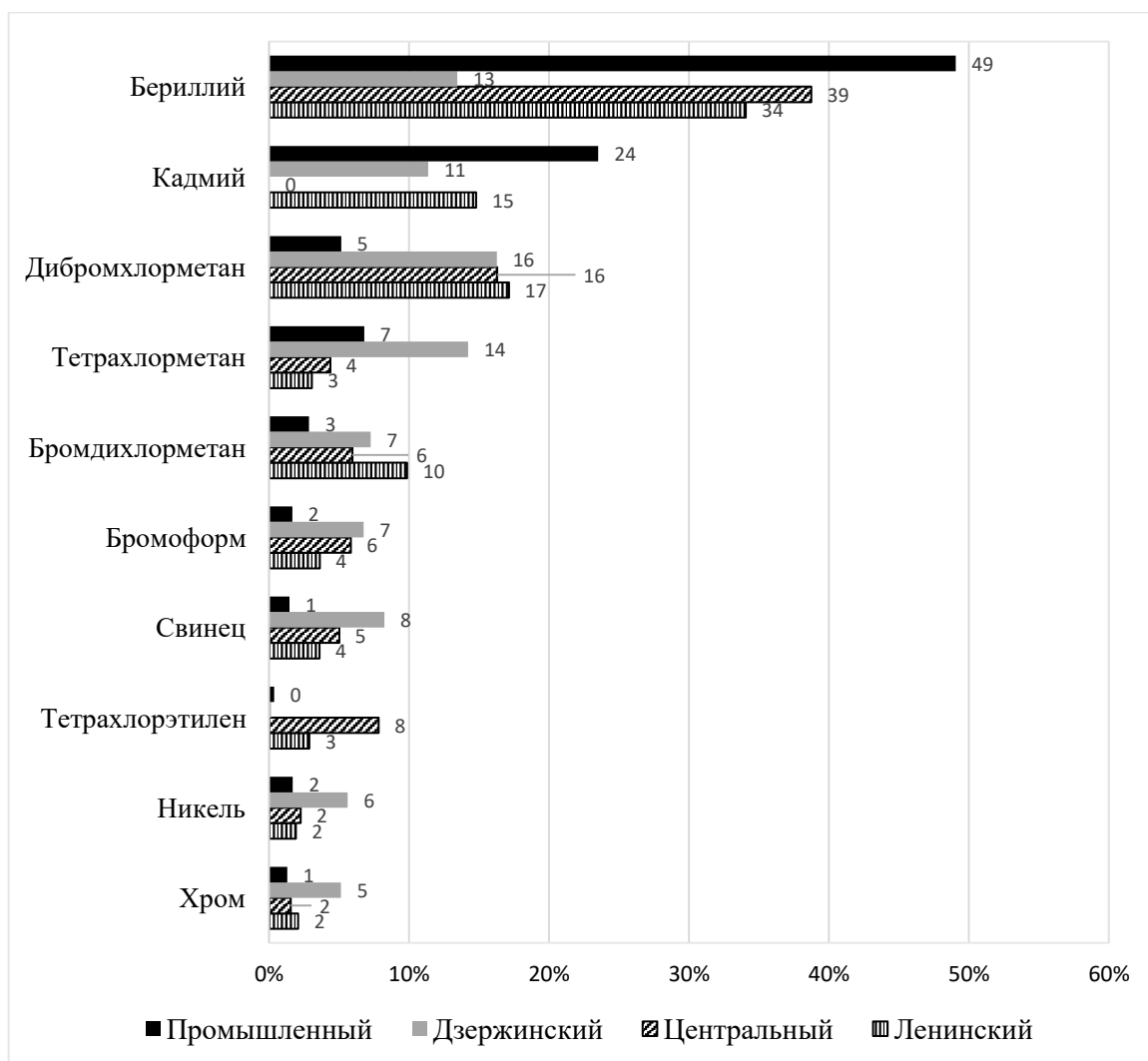


Рисунок 4.1.19 – Сравнительный вклад приоритетных загрязнителей в структуру суммарного показателя загрязнения питьевой воды в районах города (%)

Таким образом, канцерогены первой группы по классификации МАИР (бериллий и кадмий), вносят высокий вклад в суммарный показатель загрязнения в Промышленном районе.

Установлены уровни рисков формирования онкологической патологии для населения административных районов при пероральном поступлении с питьевой водой контролируемых канцерогенных загрязнителей (Таблица 4.1.5).

Таблица 4.1.5 – Уровень и структура индивидуального канцерогенного риска при пероральном поступлении веществ с питьевой водой в административных районах города (ICR_{wo})

Изучаемая территория	Вещество	ICR _{wo}	Вклад в sumICR _{wo} (%)	Ранг
1	2	3	4	5
Город	Мышьяк	7,32E-05	37,8	1
	Свинец	3,93E-06	2,0	8
	Хром	3,15E-05	16,3	2
	Никель	0,00E+00	0,0	18
	Бериллий	2,50E-05	12,9	3
	Кадмий	3,98E-06	2,1	7
	Кобальт	0,00E+00	0,0	18
	2,4 Д	2,43E-08	0,0	17
	Бенз[а]пирен	1,26E-05	6,5	5
	Бензол	1,11E-06	0,6	13
	Хлороформ	7,13E-07	0,4	14
	Тетрахлорметан	1,15E-06	0,6	12
	1,2-Дихлорэтан	2,13E-06	1,1	11
	Тетрахлорэтилен	2,32E-06	1,2	9
Бромдихлорметан	8,72E-06	4,5	6	

Продолжение Таблицы 4.1.5

1	2	3	4	5
	Дибромхлорметан	2,42E-05	12,5	4
	Бромоформ	2,28E-06	1,2	10
	Трихлорэтилен	1,50E-07	0,1	16
	ДДТ	4,63E-07	0,2	15
Дзержинский район	Мышьяк	5,02E-05	42,14	1
	Свинец	3,60E-06	3,02	6
	Хром	3,34E-05	28,05	2
	Никель	0,00E+00	0,00	17
	Бериллий	3,58E-06	3,01	7
	Кадмий	1,34E-06	1,12	9
	Кобальт	0,00E+00	0,00	17
	2,4 Д	0,00E+00	0,00	17
	Бензапирен	5,21E-06	4,38	4
	Бензол	1,05E-06	0,88	11
	Хлороформ	1,98E-07	0,17	13
	Тетрахлорметан	1,15E-06	0,96	10
	1,2-Дихлорэтан	5,91E-07	0,50	12
	Тетрахлорэтилен	4,05E-08	0,03	15
	Бромдихлорметан	4,18E-06	3,51	5
	Дибромхлорметан	1,27E-05	10,67	3
	Бромоформ	1,66E-06	1,39	8
	Трихлорэтилен	3,43E-08	0,03	16
ДДТ	1,77E-07	0,15	14	
Промышленный район	Мышьяк	6,39E-05	33,7	1

Продолжение Таблицы 4.1.5

1	2	3	4	5
	Свинец	2,16E-06	1,1	8
	Хром	2,86E-05	15,1	3
	Никель	0,00E+00	0,0	18
	Бериллий	4,46E-05	23,5	2
	Кадмий	9,45E-06	5,0	6
	Кобальт	0,00E+00	0,00	18
	2,4 Д	5,32E-08	0,028	17
	Бензапирен	1,34E-05	7,1	5
	Бензол	1,58E-06	0,8	11
	Хлороформ	4,34E-07	0,2	14
	Тетрахлорметан	1,87E-06	1,0	10
	1,2-Дихлорэтан	1,92E-06	1,0	9
	Тетрахлорэтилен	3,93E-07	0,2	15
	Бромдихлорметан	5,61E-06	3,0	7
	Дибромхлорметан	1,37E-05	7,2	4
	Бромоформ	1,38E-06	0,7	12
	Трихлорэтилен	6,71E-08	0,0	16
	ДДТ	4,74E-07	0,2	13
Ленинский район	Мышьяк	6,57E-05	29,5	1
	Свинец	4,63E-06	2,1	8
	Хром	3,97E-05	17,8	2
	Никель	0,00E+00	0,0	18
	Бериллий	2,68E-05	12,0	4
	Кадмий	5,14E-06	2,3	7

Продолжение Таблицы 4.1.5

1	2	3	4	5
	Кобальт	0,00E+00	0,00	18
	2,4 Д	4,41E-08	0,02	17
	Бензапирен	1,37E-05	6,2	6
	Бензол	4,94E-07	0,2	15
	Хлороформ	1,30E-06	0,6	12
	Тетрахлорметан	7,24E-07	0,3	13
	1,2-Дихлорэтан	2,10E-06	0,9	11
	Тетрахлорэтилен	2,74E-06	1,2	9
	Бромдихлорметан	1,67E-05	7,5	5
	Дибромхлорметан	3,95E-05	17,7	3
	Бромоформ	2,61E-06	1,2	10
	Трихлорэтилен	2,46E-07	0,1	16
	ДДТ	5,06E-07	0,2	14
Центральный район	Мышьяк	1,13E-04	46,6	1
	Свинец	5,32E-06	2,2	8
	Хром	2,45E-05	10,1	4
	Никель	0,00E+00	0,00	16
	Бериллий	2,51E-05	10,3	3
	Кадмий	0,00E+00	0,00	16
	Кобальт	0,00E+00	0,00	16
	2,4 Д	0,00E+00	0,00	16
	Бензапирен	1,81E-05	7,4	5
	Бензол	1,31E-06	0,5	11
Хлороформ	9,22E-07	0,4	12	

Продолжение Таблицы 4.1.5

1	2	3	4	5
	Тетрахлорметан	8,54E-07	0,4	13
	1,2-Дихлорэтан	3,90E-06	1,6	9
	Тетрахлорэтилен	6,13E-06	2,5	7
	Бромдихлорметан	8,34E-06	3,4	6
	Дибромхлорметан	3,09E-05	12,7	2
	Бромоформ	3,47E-06	1,4	10
	Трихлорэтилен	2,51E-07	0,1	15
	ДДТ	6,94E-07	0,3	14

В целом по городу в структуре суммарного индивидуального канцерогенного перорального риска при поступлении веществ с питьевой водой (Рисунок 4.1.20) первые позиции занимают вещества – мышьяк (вклад 37,8%), хром (VI) (16,3%), бериллий (12,9%), дибромхлорметан (12,5%), бенз[а]пирен (6,5%), бромдихлорметан (4,5%), кадмий (2,1%), свинец (2%), бромоформ и тетрачлорэтилен (по 1,2%).

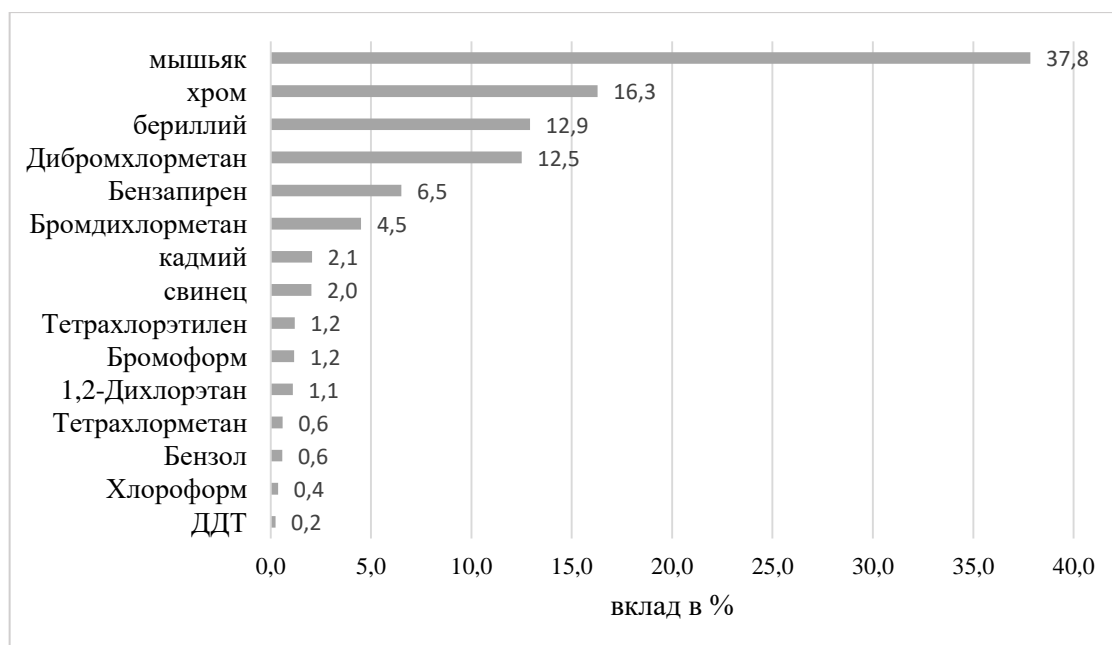


Рисунок 4.1.20 – Вклад приоритетных канцерогенов в структуру индивидуально перорального канцерогенного риска при поступлении веществ с питьевой водой по городу (%)

При этом установлены территориальные различия долевого вклада отдельных веществ-канцерогенов в величину $\text{sumICR}_{\text{wo}}$ в различных районах города (Рисунок 4.1.21).

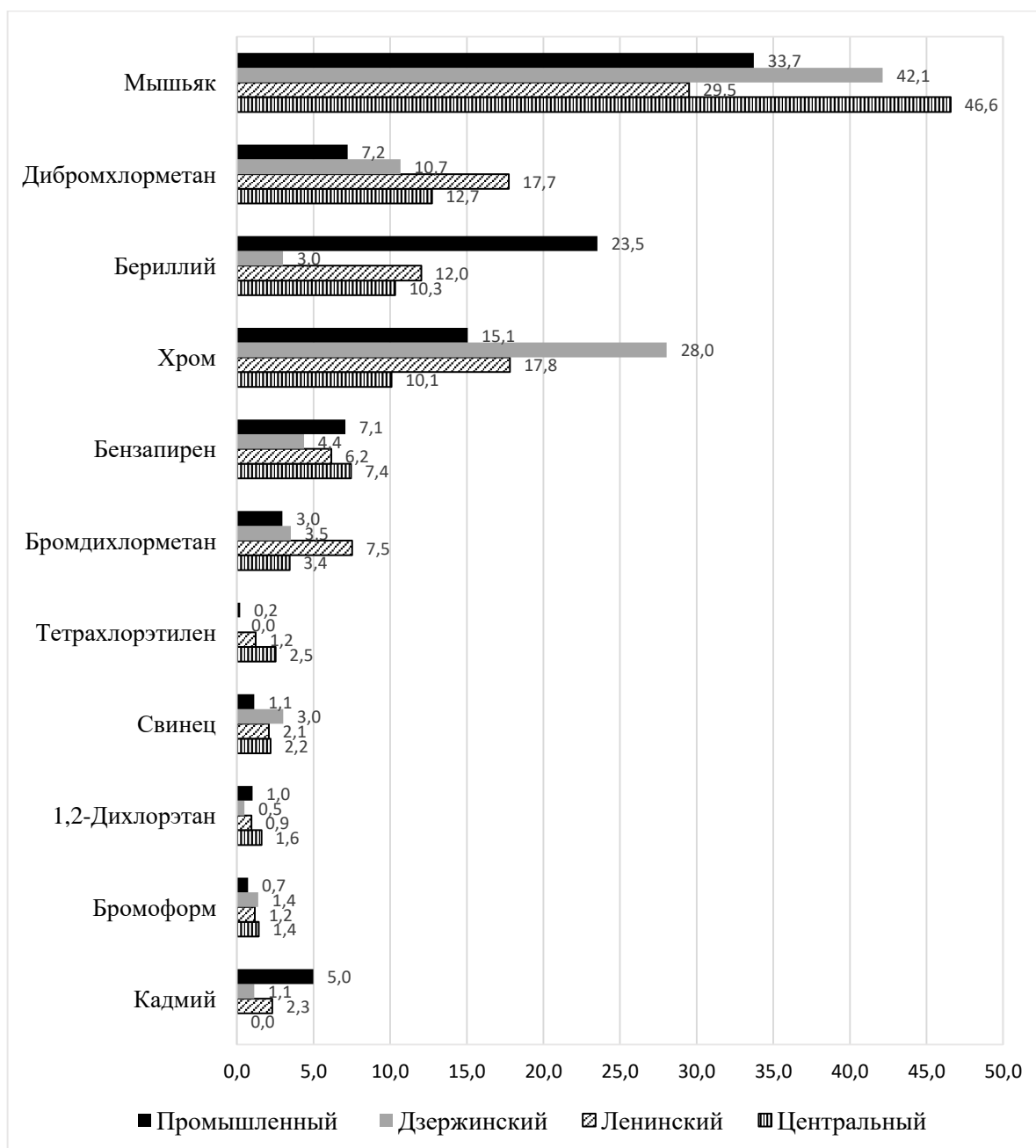


Рисунок 4.1.21 – Сравнительный вклад приоритетных загрязнителей в структуру индивидуального канцерогенного перорального риска при поступлении веществ с питьевой водой по административным районам города (%)

При сравнительном анализе формируемых величин индивидуального канцерогенного риска по районам города установлено, что во всех районах первое ранговое место занимает мышьяк (наибольший вклад в величину sumCR_{wo} до

46,6% в Центральном), риск от перорального воздействия которого оценивается как неприемлемый ни для населения, ни для профессиональных групп. В Промышленном районе города по сравнению с другими районами высокую приоритетность приобретает загрязнение питьевой водой бериллием (вклад составил 23,5%, что почти в 2 раза больше показателя в Ленинском районе), а также кадмием (вклад кадмия более, чем в 2 раза выше самого высокого показателя по другим районам). Шестивалентный хром имеет самый высокий вклад в величину sumCRwo (до 28%) в Дзержинском районе, что в 1,6 раза больше показателя в Ленинском районе (17,8%). Такие хлорорганические соединения как дибромхлорметан и бромдихлорметан имеют наибольший вклад в Ленинском районе (превышение по сравнению с другими районами в 1,5-2 раза).

Количество дополнительных случаев онкологических заболеваний населения в течение года, обусловленных воздействием канцерогенов в питьевой воде, в целом по городу Оренбургу составил 108 случаев (Таблица 4.1.6). Уровень формируемого канцерогенного риска при поступлении веществ с водой по городу оценивается как неприемлемый для населения.

Таблица 4.1.6 – Суммарные величины индивидуального канцерогенного перорального риска при поступлении веществ с питьевой водой

Территория	Суммарный индивидуальный канцерогенный риск	Ранг	Популяционный канцерогенный риск*
Центральный	2,43E-04	1	24
Ленинский	2,23E-04	2	40
Дзержинский	1,19E-04	4	19
Промышленный	1,90E-04	3	22
г. Оренбург	1,94E-04		108

*при численности населения в Центральном районе города – 98186 человек, Ленинском - 181189, Дзержинском - 158601, Промышленном - 118151, г. Оренбурга - 556127.

При сравнительной оценке величин sumCRwo установлено, что наибольшая величина данного показателя для жителей Центрального района, на 2-м месте

Ленинский район, 3-м – Промышленный, 4-м – Дзержинский. При этом во всех районах величина суммарного индивидуального перорального риска при поступлении канцерогенов с питьевой водой неприемлема для населения.

Гигиеническая оценка канцерогенной опасности почвы

Степень загрязнения почвы тяжелыми металлами и другими канцерогенными веществами является индикаторным показателем экологической обстановки территории, так как это мощная депонирующая среда, участвующая в трансформации, а также переносе по экологическим цепям приоритетных загрязнителей среды. Перечень фоновых значений контролируемых канцерогенных металлов в г. Оренбурге приведен в таблице 2Б (Приложение Б).

При анализе содержания подвижных форм металлов и бенз[а]пирена на селитебной территории г. Оренбурга было установлено, что среднегодовые значения концентраций не превышают установленные гигиенические нормативы (Таблица 4.1.7).

Таблица 4.1.7 – Содержание подвижных форм металлов и бенз[а]пирена в почве (мг/кг)

Вещества	Центральный	Ленинский	Дзержинский	Промышленный	Город
Ni М±m	2,29±0,28	2,43±0,46	1,97±0,19	2,19±0,22	2,22±0,29
Ni доля ПДК	0,57	0,61	0,49	0,55	0,56
Pb М±m	1,48±0,27	2,07±0,84	1,01±0,33	1,07±0,26	1,41±0,42
Pb доля ПДК	0,25	0,34	0,17	0,18	0,23
Cd М±m	0,06±0,02	0,06±0,03	0,06±0,01	0,04±0,01	0,05±0,01
Cd доля ПДК	-	-	-	-	-
Co М±m	0,49±0,19	0,27±0,14	0,30±0,13	0,28±0,09	0,34±0,10
Co доля ПДК	0,1	0,05	0,06	0,06	0,07
Cr М±m	0,26±0,12	0,36±0,13	0,51±0,13	0,39±0,14	0,31±0,09
Cr доля ПДК	0,04	0,06	0,08	0,06	0,05
Бенз[а]пирен М±m	0,008±0,003	0,003±0,001	0,002±0,001	0,01±0,005	0,005±0,002
Бенз[а]пирен доля ПДК	0,4	0,14	0,12	0,55	0,27

Статистически достоверные различия ($p < 0,05$) обнаружены только в содержании бенз[а]пирена в Промышленном районе города (с Ленинским и Дзержинским районами).

Исследование содержания валовых форм тяжелых металлов на территории г. Оренбурга также не выявило превышение установленных гигиенических нормативов (Таблица 4.1.8).

Таблица 4.1.8 – Содержание валовых форм металлов в почве (мг/кг)

Вещества	Центральный	Ленинский	Дзержинский	Промышленный	город
Ni М±m	63,39±8,66	54,40±6,38	54,57±9,90	61,8±6,26	59,25±7,80
Ni доля ПДК	0,79	0,68	0,68	0,77	0,74
Pb М±m	20,53±8,33	14,38±4,28	14,97±2,45	11,7±2,89	15,79±4,49
Pb доля ПДК	0,16	0,11	0,12	0,09	0,12
Cd М±m	0,11±0,03	0,08±0,04	0,05±0,02	0,08±0,04	0,07±0,03
Cd доля ПДК	0,05	0,04	0,02	0,04	0,04
Co М±m	4,26±1,5	4,43±0,87	6,12±1,23	3,32±0,88	4,43±1,12
Co доля ПДК	0,17	0,18	0,24	0,13	0,18
Cr М±m	72,85±12,53	88,60±10,33	77,20±9,97	76,94±4,18	76,97±9,25
Cr доля ПДК	0,73	0,89	0,77	0,077	0,77

Сравнительная характеристика значений коэффициентов суммарного загрязнения почвы по районам города показана на Рисунке 4.1.22.

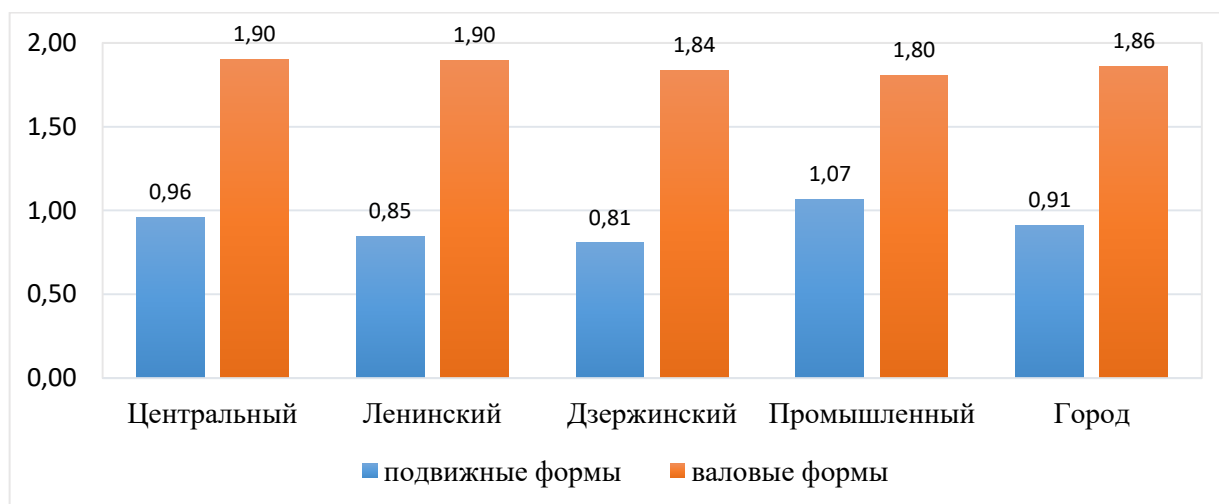


Рисунок 4.1.22 – Сравнительная характеристика значений коэффициентов суммарного загрязнения почвы по районам города

При сравнительной оценке суммарных показателей загрязнения почвы подвижными формами ТМ установлено, что наибольшие значения данных

показателей зафиксированы в Промышленном (1,07) и Центральном (0,96) районах, наибольшие показатели Ксум. по валовым формам ТМ в Центральном и Ленинском (1,9) районах.

Вклад в суммарный показатель загрязнения канцерогенными веществами по городу вносят вещества: среди подвижных форм: никель – 60,4%, свинец – 25,5%, кобальт – 7,3% (Рисунок 4.1.23); среди валовых: хром – 42,4%, никель – 39,3%, кобальт – 9,7 % (Рисунок 4.1.24).

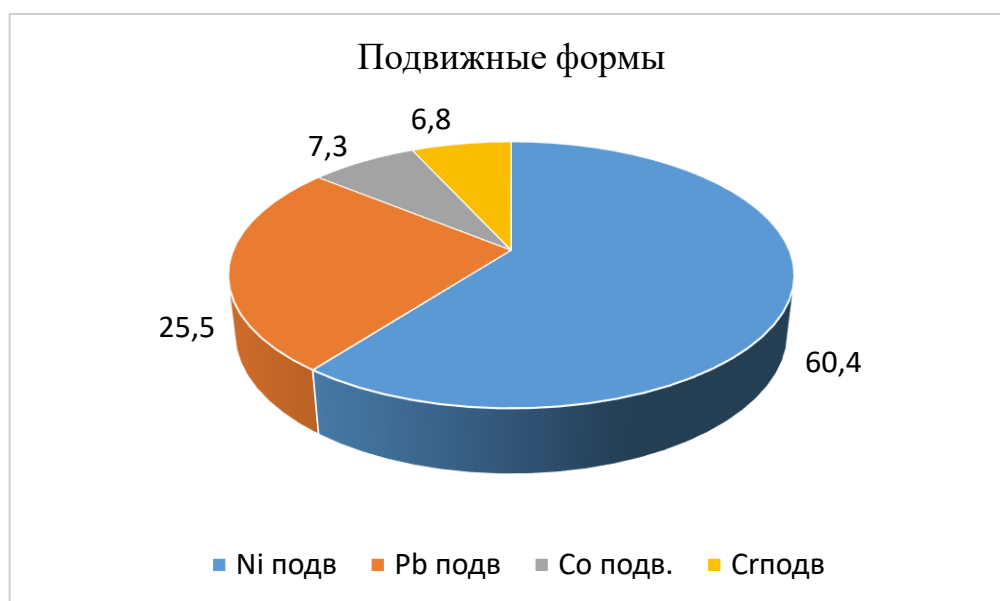


Рисунок 4.1.23 – Удельный вес отдельных поллютантов в структуре канцерогенного загрязнения почвы подвижными формами тяжелых металлов (%)

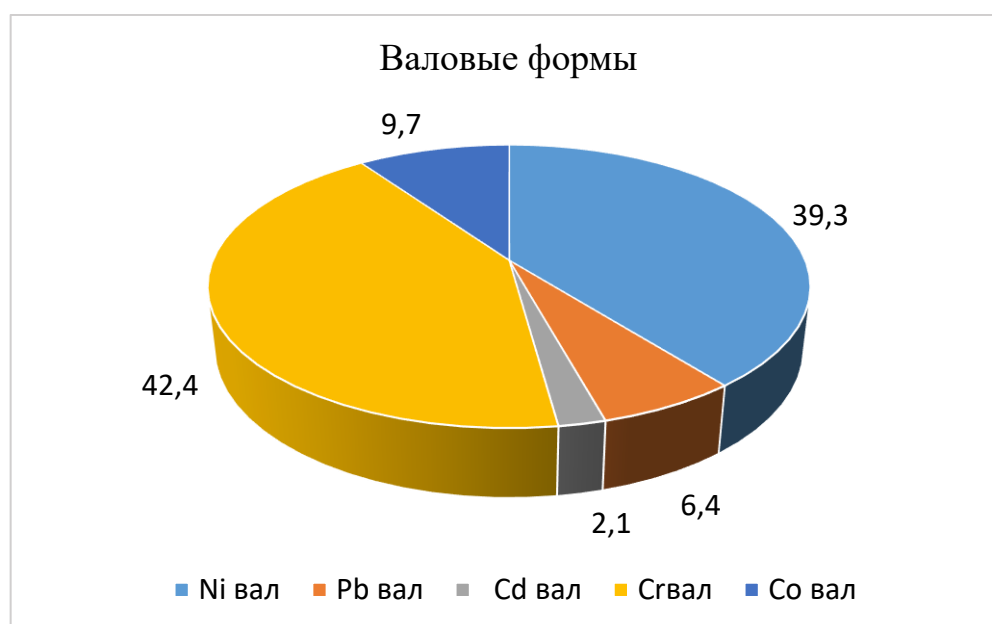


Рисунок 4.1.24 – Удельный вес отдельных поллютантов в структуре канцерогенного загрязнения почвы валовыми формами тяжелых металлов (%)

Оценка риска здоровью населения при поступлении химических веществ с почвой (с учетом всех возможных путей поступления – ингаляционный, пероральный и кожный) произведена для подвижных форм тяжелых металлов (Таблица 4.1.9).

Таблица 4.1.9 – Значения индивидуального канцерогенного риска при многомаршрутном поступлении подвижных форм металлов с почвой (ингаляционно (CR_{si}), перорально (CR_{so}), кожно (CR_{sd}) в административных районах города

Канцерогенные риски	Административные районы				
	Центральный	Ленинский	Дзержинский	Промышленный	город
Ni CR _{si}	1,66E-10	1,82E-10	1,48E-10	1,64E-10	1,65E-10
Ni CR _{so}	-	-	-	-	-
Ni CR _{sd}	-	-	-	-	-
Ni CR _s	1,66E-10	1,82E-10	1,48E-10	1,64E-10	1,65E-10
Pb CR _{si}	5,26E-12	7,731E-12	3,78E-12	4,00E-12	5,19E-12
Pb CR _{so}	4,32E-09	6,34E-09	3,10E-09	3,28E-09	4,26E-09
Pb CR _{sd}	2,21E-09	3,26E-09	1,59E-09	1,68E-09	2,19E-09
Pb CR _s	6,53E-09	9,61E-09	4,70E-09	4,97E-09	6,45E-09
Cd CR _{si}	3,06E-11	3,11E-11	3,13E-11	2,42E-11	2,93E-11
Cd CR _{so}	1,35E-09	1,38E-09	1,38E-09	1,07E-09	1,30E-09
Cd CR _{sd}	6,95E-10	7,06E-10	7,10E-10	5,50E-10	6,65E-10
Cd CR _s	2,08E-09	2,11E-09	2,13E-09	1,65E-09	1,99E-09
Co CR _{si}	2,98E-10	2,35E-10	2,63E-10	2,46E-10	2,60E-10
Co CR _{so}	-	-	-	-	-
Co CR _{sd}	-	-	-	-	-
Co CR _s	2,98E-10	2,35E-10	2,63E-10	2,46E-10	2,60E-10
Cr CR _{si}	1,15E-09	1,35E-09	1,89E-09	1,44E-09	1,46E-09
Cr CR _{so}	8,47E-09	9,87E-09	1,38E-08	1,06E-08	1,07E-08
Cr CR _{sd}	4,34E-09	5,06E-09	7,10E-09	5,43E-09	5,49E-09
Cr CR _s	1,40E-08	1,63E-08	2,28E-08	1,75E-08	1,76E-08
SUM CR _s	2,30E-08	2,84E-08	3,01E-08	2,45E-08	2,65E-08
Ранг	4	2	1	3	-

Величина суммарного канцерогенного риска при поступлении веществ с почвой оценивается во всех районах как пренебрежимо малая.

В соответствии с проанализированными концентрациями канцерогенных веществ в почве установлено, что в Дзержинский район характеризуется наибольшим показателем риска, который составляет 3,01E-08, в Ленинском районе – 2,84E-08, в Промышленном – 2,45E-08, наименьший показатель получен в Центральном районе – 2,30E-08.

При оценке вклада канцерогенных металлов в структуру суммарного канцерогенного риска при поступлении веществ с почвой установлено, что в целом по городу первые ранговые места занимают шестивалентный хром (вклад 66,5%), свинец (24,3%), кадмий (7,5%) (Рисунок 4.1.25).

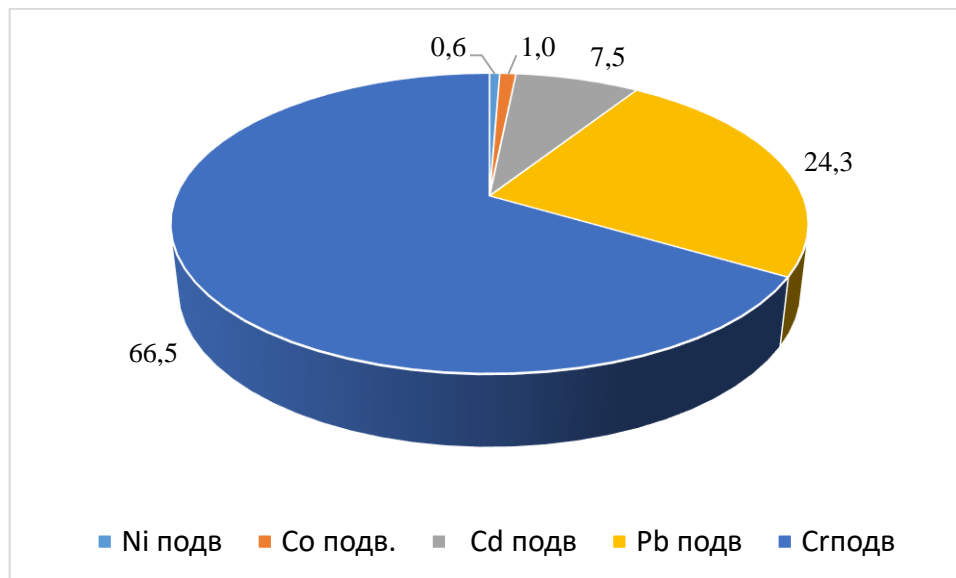


Рисунок 4.1.25 – Структура суммарного индивидуального канцерогенного риска при поступлении веществ с почвой по городу (%)

При этом установлены территориальные различия долевого вклада отдельных веществ-канцерогенов в sumCRs в различных районах города (Рисунок 4.1.26). Внутритерриториальный анализ уровня и структуры индивидуального канцерогенного риска установил, что наибольший вклад в величину sumCRs до 76% вносит хром в Дзержинском районе города.

В Ленинском районе города по сравнению с другими районами высокую приоритетность приобретает загрязнение почвы свинцом (вклад составил 34%, что более чем в 2 раза больше данного показателя в Дзержинском районе).

Кадмий вносит примерно равный вклад в величину sumCRs во всех районах города. Подвижные формы кобальта и никеля в структуре риска составляют от 0 до 1 % во всех районах.

Таким образом, пренебрежимо малый канцерогенный риск при поступлении веществ с почвой во всех районах формируется тремя приоритетными канцерогенами, такими как хром, свинец и кадмий.

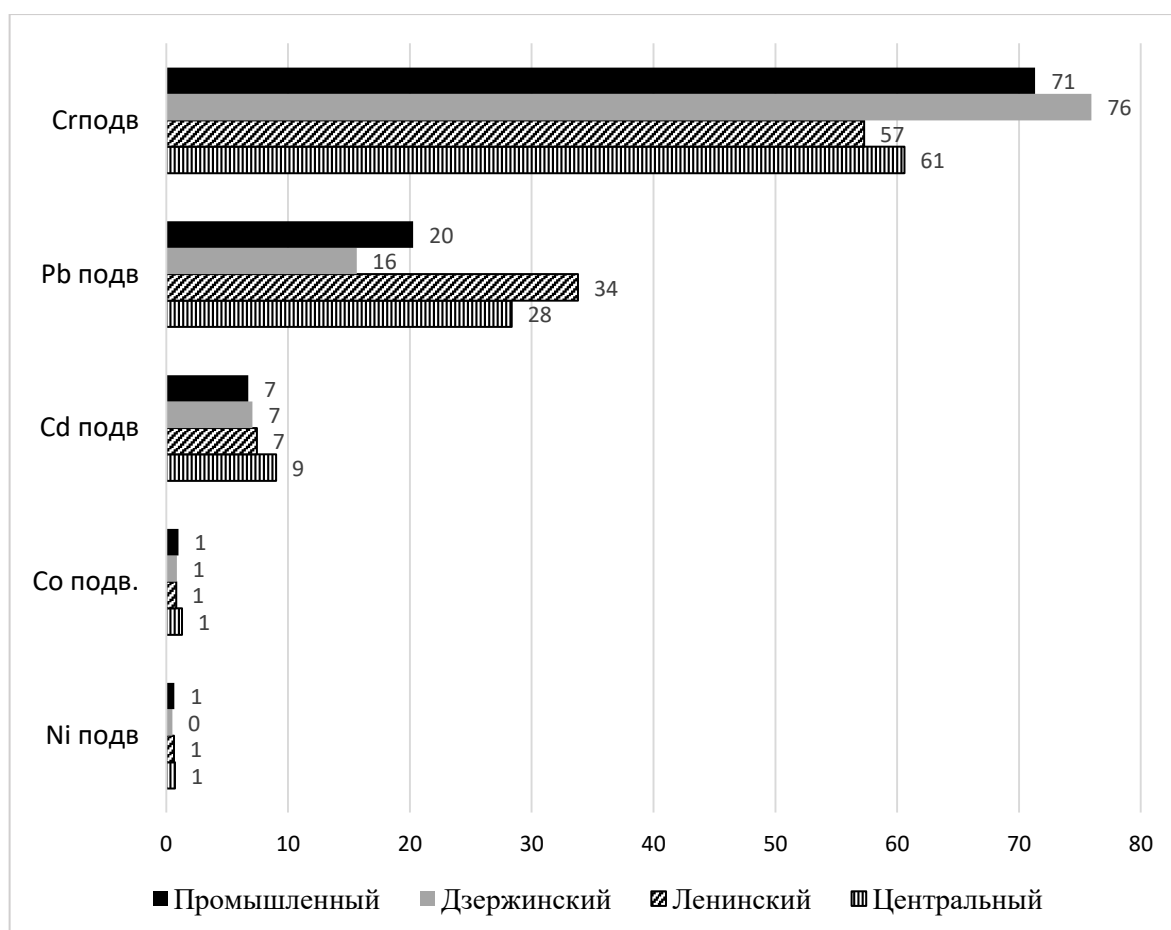


Рисунок 4.1.26 – Сравнительный вклад приоритетных канцерогенов в структуру суммарного индивидуального канцерогенного риска при поступлении веществ с почвой в районах города (%)

Гигиеническая оценка канцерогенной опасности пищевых продуктов

Проблема качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов сегодня становится актуальной в связи с высокой антропогенной нагрузкой на урбанизированных территориях, повсеместным применением новых химических средств в сельском хозяйстве и передачей химических контаминантов через пищевые цепи, а также увеличением объемов экспорта продовольственной продукции. По официальным данным за период наблюдения установлена устойчивая тенденция к сокращению доли проб с превышением гигиенических нормативов по химическим показателям по Оренбургской области (Рисунок 4.1.27).

Приоритетными продуктами питания с наибольшей долей неудовлетворительных проб по результатам мониторинговых исследований

являются рыба и рыбные продукты (отклонение от гигиенических нормативов установлено в 4,9% исследованных проб), консервы (до 4,2%), масложировые продукты (до 2,9%).

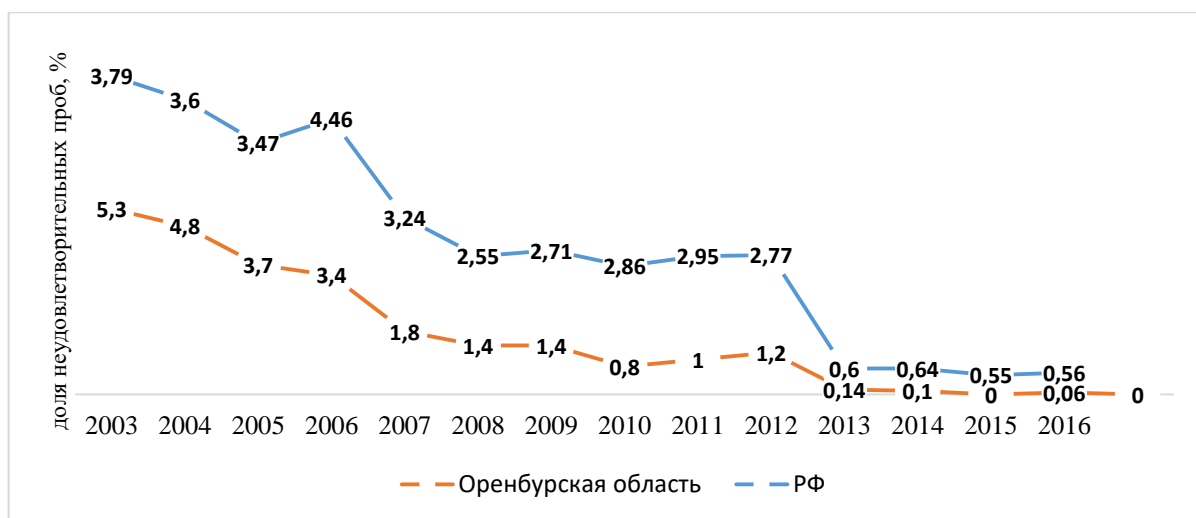


Рисунок 4.1.27 – Доля проб пищевых продуктов с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям (%)

На первом этапе осуществлена первичная оценка среднедушевого годового потребления пищевых продуктов на основании данных Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области в соответствии с перечнем продуктов в МУ 2.3.7.2519-09. В Таблице 4.1.10 приведены результаты анализа среднедушевого потребления продуктов по области и России, отражены выявленные различия данных статистических показателей.

Таблица 4.1.10 – Потребление продуктов питания на душу населения (кг/год)

Группа продуктов	Оренбургская область	РФ	Рекомендованные нормы МЗ РФ
Хлебные продукты	121,4±1,5	118,8±1,9	96
Овощи и бахчевые	152,7±7,4	105±1,9	140
Картофель	106,9±6,1	109,6±2,3	90
Фрукты и ягоды	49,8±1,8	59,6±1,6	100
Мясо и мясопродукты	63,1±2,1	65±1,8	73
Молоко и молочные продукты	307,7±0,7	247±3,4	325
Яйца (штук)	310,7±6,3	269±5,4	260
Рыба и рыбопродукты	24,6±2,1	24,2±1,1	22
Сахар и кондитерские изделия	34,5±1,2	39,2±1,4	24
Масло растительное и другие жиры	18,5±1,3	13,5±1,1	12

За исследуемый период в области увеличилось среднедушевое потребление населением таких продуктов как мясо и мясопродуктов на 20%, фруктов – 11,3%, рыбы – 2,3%, снизилось потребление населением овощей на 2,7%, картофеля – 11,6%, продукции мукомольно-крупяной промышленности – 1,3%. Установлено недостаточное потребление населением области таких групп продуктов как фрукты и ягоды, мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты.

По результатам мониторинговых данных среднегодовое содержание тяжелых металлов в продуктах питания соответствовало требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В Таблице 4.1.11 приведены среднегодовые показатели исследуемых канцерогенов в основных группах пищевых продуктов с расчетом величин медианы и 90-го перцентиля.

Таблица 4.1.11 – Содержание канцерогенных веществ в продуктах питания (мг/кг)

Группа продуктов	Показатели	Кадмий	Свинец	Мышьяк
Хлебопродукты	M±m	0,01189± 0,0021	0,00612± 0,00032	0,00577± 0,00042
	медиана	0,01	0,01	0,01
	90%	0,014	0,01	0,01
Овощи и фрукты	M±m	0,00597± 0,00081	0,00649± 0,00084	0,00746± 0,0026
	медиана	0,01	0,01	0
	90%	0,01	0,01	0,01
Жировые растительные продукты	M±m	0,00065± 0,00028	0,00313± 0,00134	0,00103± 0,00055
	медиана	0	0	0
	90%	0	0,0082	0
Мясопродукты	M±m	0,00282± 0,00032	0,00456± 0,00125	0,00282± 0,00031
	медиана	0	0	0
	90%	0,01	0,01	0,01
Молочные продукты	M±m	0,00528± 0,00034	0,0055± 0,00041	0,00524± 0,00034
	медиана	0,01	0,01	0,01
	90%	0,01	0,01	0,01
Рыбопродукты	M±m	0,0084± 0,00177	0,02858± 0,00675	0,09766± 0,01823
	медиана	0	0,01	0,024
	90%	0,022	0,07	0,256

При ранжировании основных групп продуктов по доли вклада отдельных загрязнителей в общую величину экспозиции установлено, что лидирующие

позиции в экспозиции кадмием занимают: молочные продукты (34,8%), хлебопродукты (30,9%), овощи и фрукты (25,9%); в экспозицию свинцом наибольший вклад вносят продукты – молочные (35,3%), овощи и фрукты (27,4%), хлебопродукты и рыбопродукты (15,5 и 14,7% соответственно), в экспозицию мышьяком – рыбопродукты (37,4%), молочные продукты (25,1%), овощи и фрукты (23,5%) (Таблица 4.1.12).

Таблица 4.1.12 – Ранжирование основных групп продуктов по доли вклада в общую величину экспозиции отдельных веществ (%)

Продукты питания	кадмий	ранг	свинец	ранг	мышьяк	ранг
Рыбопродукты	4,4	4	14,7	4	37,4	1
Молочные продукты	34,8	1	35,3	1	25,1	2
Овощи и фрукты	25,9	3	27,4	2	23,5	3
Хлебопродукты	30,8	2	15,4	3	10,8	4
Мясопродукты	3,8	5	6,0	5	2,8	5
Жировые растительные продукты	0,3	6	1,2	6	0,3	6

Установлены уровни рисков формирования онкологической патологии у населения для контролируемых канцерогенных загрязнителей при пероральном поступлении с продуктами питания (Таблица 4.1.13).

Таблица 4.1.13 – Индивидуальные и популяционные канцерогенные риски при поступлении тяжелых металлов с продуктами питания

Исследуемое вещество	SFO	ICRf med	ICRf 90%
Кадмий	0,38	1,6E-05	2,0E-05
Свинец	0,047	2,0E-06	2,7E-06
Мышьяк	1,5	4,8E-05	1,3E-04
sumCRf		6,5E-05	1,5E-04
PCR		36	85

Расчет канцерогенных рисков при поступлении тяжелых металлов показал, что в целом по городу величина суммарного канцерогенного риска, рассчитанная по медиане, соответствует верхней границе риска, приемлемого для населения, при этом величина суммарного канцерогенного риска, рассчитанного по 90-му перцентилю, не приемлема для населения.

Риск здоровью населения при экспозиции химических канцерогенов продуктов питания формируется преимущественно за счет мышьяка (73%), кадмия (24%) и малой доли свинцового загрязнения (3%) (Рисунок 4.1.28).

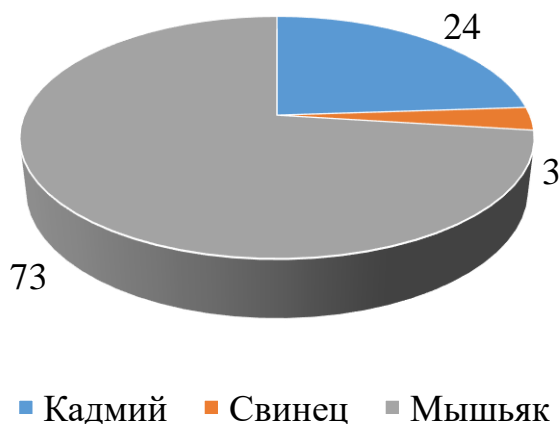


Рисунок 4.1.28 – Структура суммарного канцерогенного риска по медиане при поступлении канцерогенных металлов с пищевыми продуктами (%)

Популяционный канцерогенный риск при поступлении канцерогенных ТМ с пищевыми продуктами составил 36 дополнительных случаев на 70 лет для риска, рассчитанного по медиане и 85 – для риска, рассчитанного по 90-му перцентилю.

4.2. Комплексная гигиеническая оценка канцерогенного риска при многосредовом и многомаршрутном поступлении химических веществ

В реальных условиях урбанизированной среды канцерогенные загрязнители поступают в организм человека при многосредовом и многомаршрутном сценарии воздействия. Изучение комплексного и комбинированного влияния канцерогенных поллютантов является неотъемлемой частью оценки воздействия среды обитания на здоровье населения, при которой учитываются эффекты суммирования отдельных канцерогенов на онкологическую заболеваемость. Следовательно, на следующем этапе исследования стало важным провести сравнительную территориальную оценку комплексного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения.

С целью комплексной оценки загрязнения канцерогенными контаминантами были рассчитаны суммарные показатели загрязнения по всем изучаемым средам (Таблица 4.2.1).

Таблица 4.2.1 – Сравнительная оценка суммарных показателей загрязнения объектов среды обитания

Территория	Атмосферный воздух	Питьевая вода	Почва (подвижные формы)	Пищевые продукты	Комплексный показатель
Ленинский	3,9	3,2	0,85	1,4	9,35
Центральный	4,82	2,64	0,96	1,4	9,82
Дзержинский	4,83	1,09	0,81	1,4	8,13
Промышленный	5,49	3,7	1,07	1,4	11,66
К город	4,71	2,66	0,91	1,4	9,68

Суммарный показатель загрязнения объектов среды обитания в целом по городу составил 9,68, при этом основной вклад в величину $K_{сум.}$ вносят атмосферный воздух (49%) и питьевая вода (27%), третье ранговое место занимают пищевые продукты (14%), четвертое – почва (9%) (Рисунок 4.2.1).

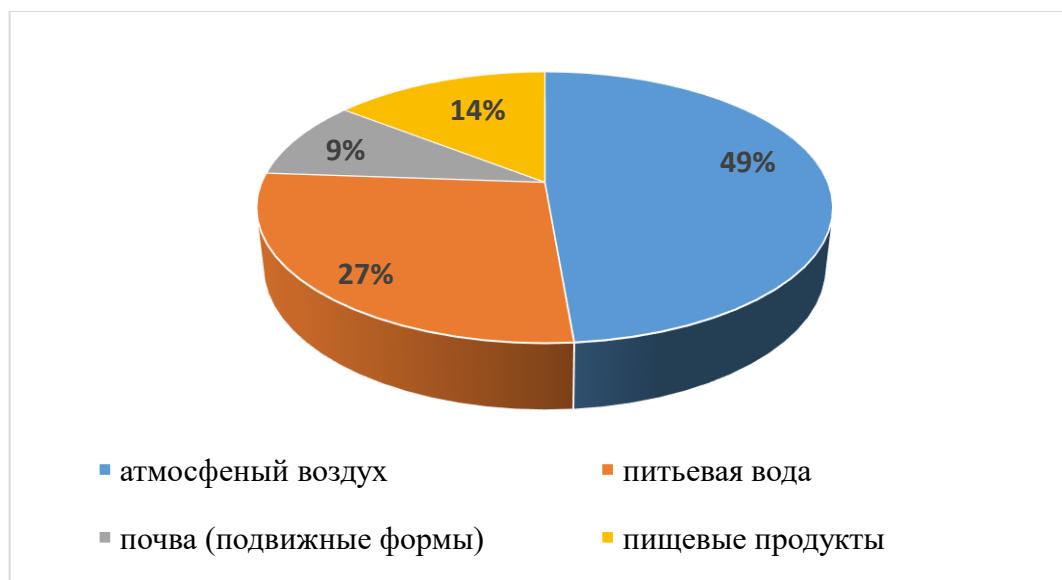


Рисунок 4.2.1 – Структура комплексного суммарного показателя загрязнения объектов среды обитания по городу (%)

Наибольший уровень показателя суммарного загрязнения объектов среды обитания установлен в Промышленном (превышение $K_{сум.}$ по городу в 1,2 раза) и Центральном районах города.

При сравнительной оценке структуры суммарного показателя загрязнения установлено, что наибольший доленой вклад в Ксум. атмосферный воздух формирует в Дзержинском районе города (59%). Величина вклада питьевой воды в структуре Ксум. наибольшая в Центральном районе и более чем в 2,6 раза превышает данный показатель в Дзержинском районе. Величина вклада загрязнителей почвы и пищевых продуктов в структуре суммарного показателя загрязнения во всех районах города отличается незначительно (Рисунок 4.2.2).

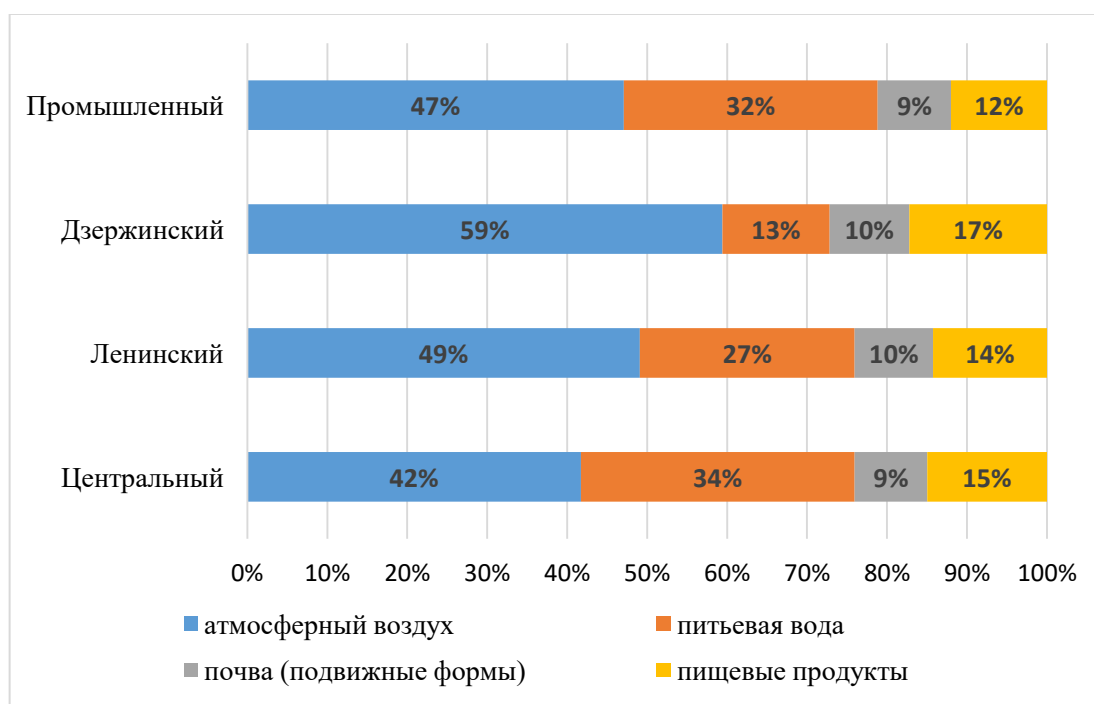


Рисунок 4.2.2 – Сравнительная оценка структуры комплексного суммарного показателя загрязнения в районах города (%)

Результаты сравнительной оценки канцерогенных рисков при многосредовом воздействии химических канцерогенов по районам города представлены в Таблице 4.2.2. Уровни суммарных канцерогенных рисков при многокомпонентном воздействии среды обитания во всех районах города превышают верхнюю границу приемлемого риска.

Сложившаяся антропогенная нагрузка детерминирует 1628 дополнительных случаев к фоновому уровню заболеваний ЗНО при продолжительности воздействия оцениваемых концентраций химических канцерогенов 70 лет или 23 случая в год.

Таблица 4.2.2 – Суммарные индивидуальные и популяционные канцерогенные риски в административных районах города при поступлении канцерогенов с атмосферным воздухом, питьевой водой, почвой и пищевыми продуктами

Изучаемая территория	Величины канцерогенных рисков при многосредовом поступлении веществ (вклад в %)						
	CRa (Воздух)	CRw (Питьевая вода)	CRs (Почва)	CRf (Пищевые продукты)	sumTCR (Суммарный риск)	Р а н г	PCR
Центральный	2,07E-03 (87)*	2,43E-04 (10)	2,30E-08 (0,001)	6,54E-05 (2,75)	2,38E-03	4	234
Ленинский	2,17E-03 (88)	2,23E-04 (9)	2,84E-08 (0,0012)	6,54E-05 (2,67)	2,45E-03	3	445
Дзержинский	3,36E-03 (95)	1,19E-04 (3)	3,01E-08 (0,0008)	6,54E-05 (1,85)	3,54E-03	1	562
Промышленный	3,07E-03 (92)	1,90E-04 (6)	2,45E-08 (0,0007)	6,54E-05 (1,97)	3,33E-03	2	393
Город	2,67E-03 (91)	1,94E-04 (7)	2,65E-08 (0,0009)	6,54E-05 (2,24)	2,93E-03		1628

Примечание: * - в скобках приведен вклад изучаемых объектов среды обитания в структуру суммарного канцерогенного риска в %.

Дзержинский район города демонстрирует самый высокий показатель риска здоровью населения при воздействии химических канцерогенов (превышение по отношению к sumTCR по городу в 1,21 раза), на втором месте Промышленный район города (превышение по отношению к sumTCR по городу в 1,14 раза).

Величина вклада загрязнителей атмосферного воздуха в структуру суммарного канцерогенного риска наибольшая и составляет от 87 до 95% в разных районах города (Рисунок 4.2.3). При сравнительной оценке структуры суммарного канцерогенного риска установлено, что наибольший долевым вклад в sumTCR атмосферный воздух формирует в Дзержинском районе города.

Стоит отметить, что величина вклада питьевой воды в структуре риска наибольшая в Центральном районе и более чем в 3 раза превышает данный показатель в Дзержинском районе. Величина вклада загрязнителей почвы и пищевых продуктов во всех районах города отличается незначительно.

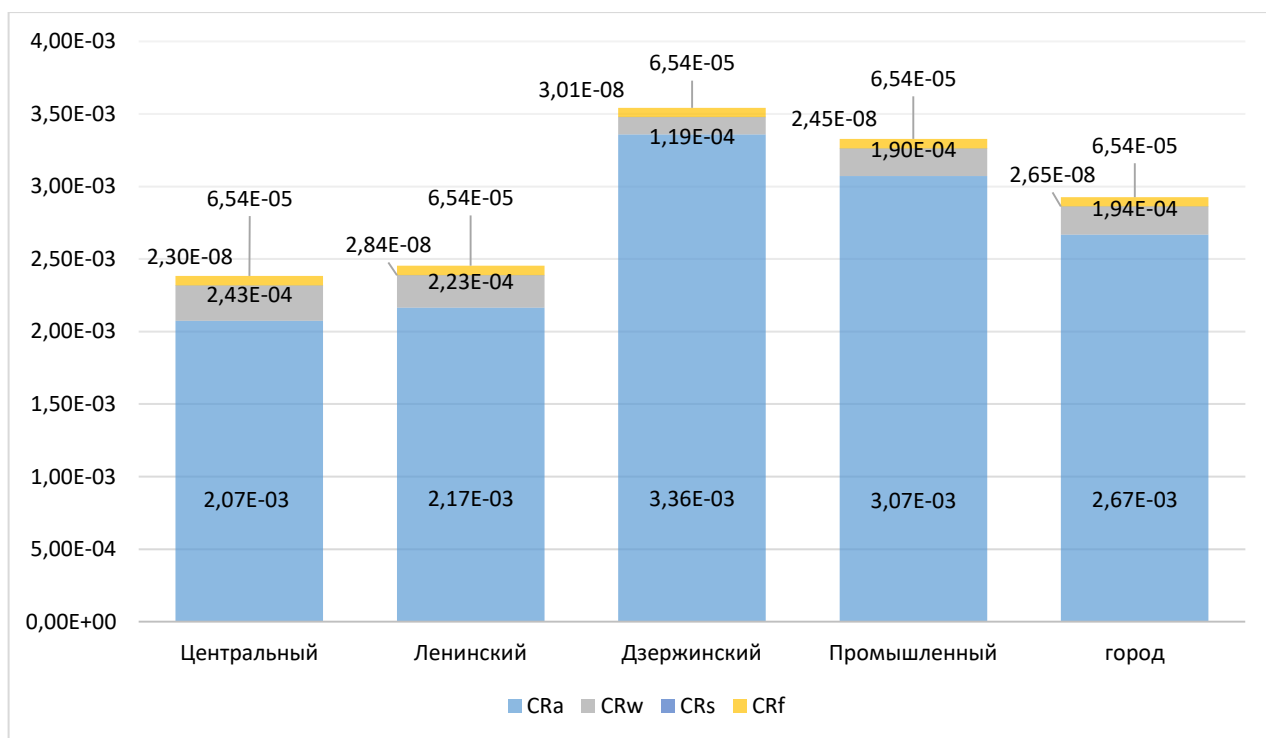


Рисунок 4.2.3 – Суммарный канцерогенный риск при многосредовом поступлении веществ по районам города

4.3 Оценка причинно-следственных связей формирования заболеваемости злокачественными новообразованиями в условиях многокомпонентного химического загрязнения объектов среды обитания

На основании результатов многолетних мониторинговых наблюдений содержания химических канцерогенов в объектах среды обитания, эпидемиологического анализа онкологической заболеваемости населения промышленного города проведено установление направления и силы связи между уровнем заболеваемости ЗНО и химическим фактором с выделением статистически значимых результатов.

В Таблице 4.3.1 приведены результаты корреляционного анализа установления связи между уровнем изучаемой заболеваемости и химическими канцерогенами среды обитания.

Таблица 4.3.1 – Коэффициенты корреляции между уровнем первичной онкологической заболеваемости и химической канцерогенной нагрузкой в административных районах города (Спирмена-Р)

Вещества	Центральный	Ленинский	Дзержинский	Промышленный
1	2	3	4	5
Атмосферный воздух				
Формальдегид	0,86*	0,65*	0,85*	0,59*
Бензол	0,41*	-	-0,71*	0,67*
Этилбензол	0,29	0,10	0,10	0,44*
Стирол	-0,21	-0,14	-0,29	-0,21
Хром	0,07	0,04	0,05	0,12
Свинец	0,81*	0,45	0,61*	0,13
Мышьяк	0,86*	0,46*	0,07	0,64*
Сажа	0,43	0,68*	0,63*	0,17
Никель	0,07	-0,08	-0,14	0,2
Кобальт	0,29	0,30	0,21	0,73*
Кадмий	-0,33	-0,16	-0,26	-0,02
Питьевая вода				
Мышьяк	0,10	-	0,22	0,43
Свинец	-	0,64	0,16	0,13
Хром	-	0,77*	0,16	0,23
Никель	0,13	0,13	0,35	-0,09
Бериллий	0,50	0,50	-	-
Хлороформ	0,10	0,53*	0,60*	0,45*
Тетрахлорметан	-	-	-	0,21
1,2-Дихлорэтан	-	0,11	-	0,63
Тетрахлорэтилен	-	0,3	-	-

Продолжение Таблицы 4.3.1

1	2	3	4	5
Бромдихлорметан	-	0,32*	0,57*	0,39*
Дибромхлорметан	-	0,75*	0,25*	0,39*
Бромоформ	0,3*	0,5*	0,5*	0,43*
Почва (подвижные формы)				
Никель	0,71*	0,77*	0,6*	0,35*
Свинец	0,33	0,76*	0,57	0,59*
Кадмий	-	0,11	-	0,15
Кобальт	-	0,05	-	-
Бенз[а]пирен	0,30*	-	0,39*	-
Пищевые продукты				
Кадмий	0,28	0,17	0,04	0,41
Свинец	0,13	0,10	0,14	0,35
Мышьяк	0,45*	0,62*	0,37*	0,40*

Примечание: *-уровень статистической значимости $p < 0,05$; «-» - связь не обнаружена.

Для Центрального района города установлена высокая ($R > 0,7$) статистически значимая ($p < 0,05$) положительная связь между первичной заболеваемостью злокачественными новообразованиями и содержанием таких загрязнителей в атмосферном воздухе как формальдегид, свинец и мышьяк, почвы – никель (подвижная форма) (Рисунок 4.3.1).

Уровень первичной онкологической заболеваемости в данном районе имеет умеренную ($0,3 < R < 0,7$) положительную статистически значимую связь ($p < 0,05$) с такими канцерогенами как бензол в атмосферном воздухе, питьевой воды – бромоформ, пищевых продуктов – мышьяк, почвы – бенз[а]пирен.

Для Ленинского района города установлена высокая ($R > 0,7$) статистически значимая ($p < 0,05$) положительная связь между первичной заболеваемостью злокачественными новообразованиями и содержанием таких загрязнителей в

питьевой воде как хром, дибромхлорметан, почвы – никель и свинец (подвижная форма) (Рисунок 4.3.2).

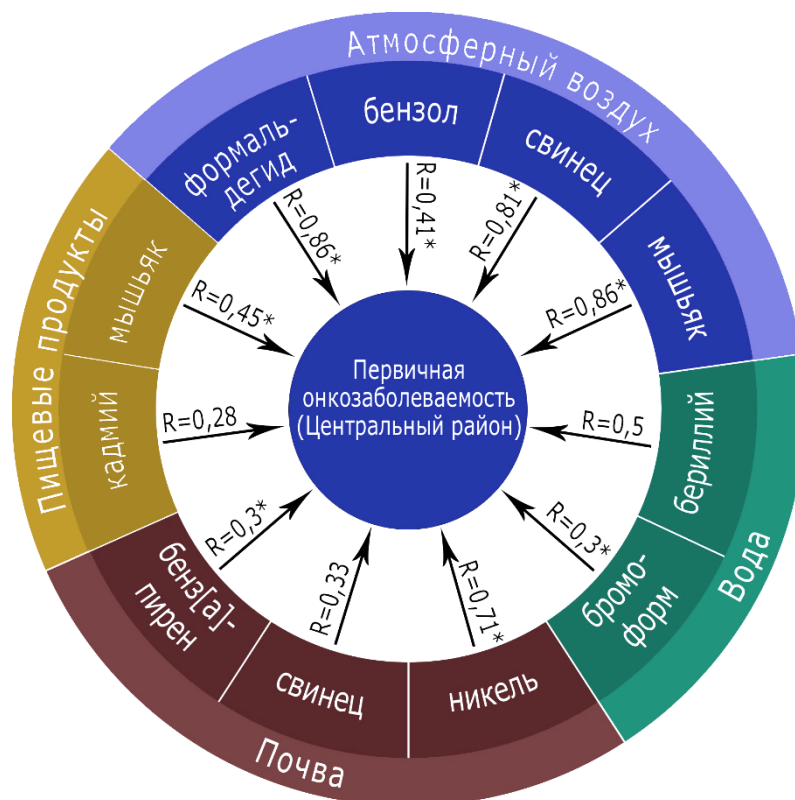


Рисунок 4.3.1 – Корреляционная модель уровней связи между показателем первичной заболеваемости ЗНО и факторов, влияющих на него для населения Центрального района

Уровень первичной онкологической заболеваемости в Ленинском районе имеет умеренную ($0,3 < R < 0,7$) положительную статистически значимую связь ($p < 0,05$) с такими канцерогенами атмосферного воздуха как формальдегид, мышьяк, сажа, питьевой воды – свинец, хлороформ, бромдихлорметан, бромформ, пищевых продуктов – мышьяк.

Для Дзержинского района города установлена высокая ($R > 0,7$) статистически значимая ($p < 0,05$) положительная связь между первичной заболеваемостью злокачественными новообразованиями и содержанием в атмосферном воздухе формальдегида (Рисунок 4.3.3).

Уровень первичной онкологической заболеваемости в данном районе имеет умеренную ($0,3 < R < 0,7$) положительную статистически значимую связь ($p < 0,05$) с такими канцерогенами атмосферного воздуха как свинец и сажа, питьевой воды –

хлороформ, бромдихлорметан, бромформ, почвы – никель и бенз[а]пирен, пищевых продуктов – мышьяк.

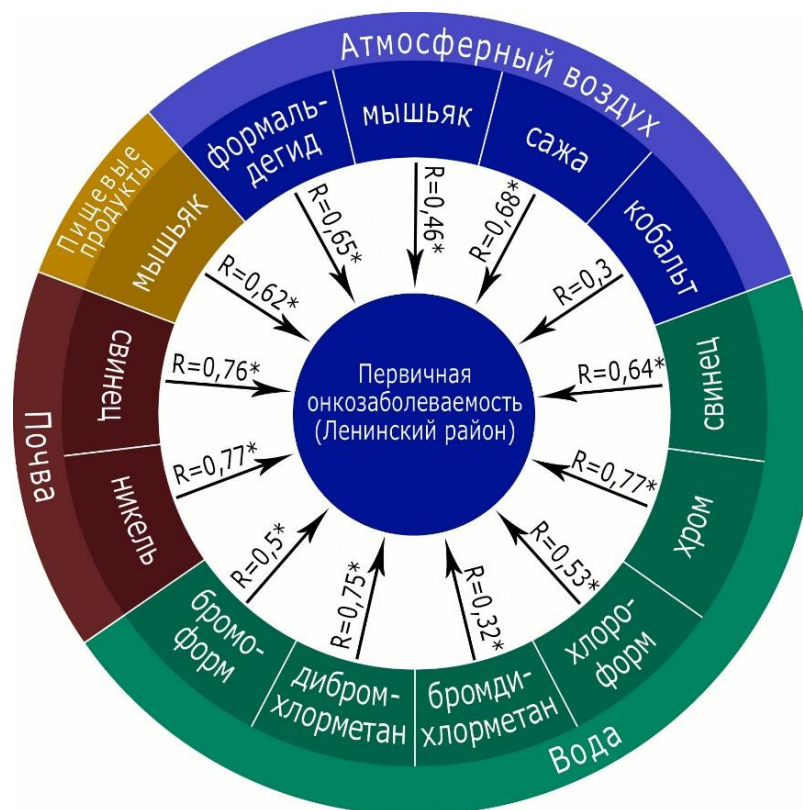


Рисунок 4.3.2 – Корреляционная модель уровней связи между показателем первичной заболеваемости ЗНО и факторов, влияющих на него для населения Ленинского района

Слабая ($R < 0,3$) положительная статистически значимая связь ($p < 0,05$) установлена между уровнем онкозаболеваемости населения Дзержинского района и содержанием в питьевой воде дибромхлорметана.

Для Промышленного района города установлена высокая ($R > 0,7$) статистически значимая ($p < 0,05$) положительная связь между первичной заболеваемостью злокачественными новообразованиями и содержанием в атмосферном воздухе кобальта (Рисунок 4.3.4).

Уровень первичной онкологической заболеваемости в данном районе имеет умеренную ($0,3 < R < 0,7$) положительную статистически значимую связь ($p < 0,05$) с такими канцерогенами атмосферного воздуха как формальдегид, бензол, мышьяк,

питьевой воды – хлороформ, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромформ, почвы – никель и свинец (подвижные формы), пищевых продуктов – мышьяк.

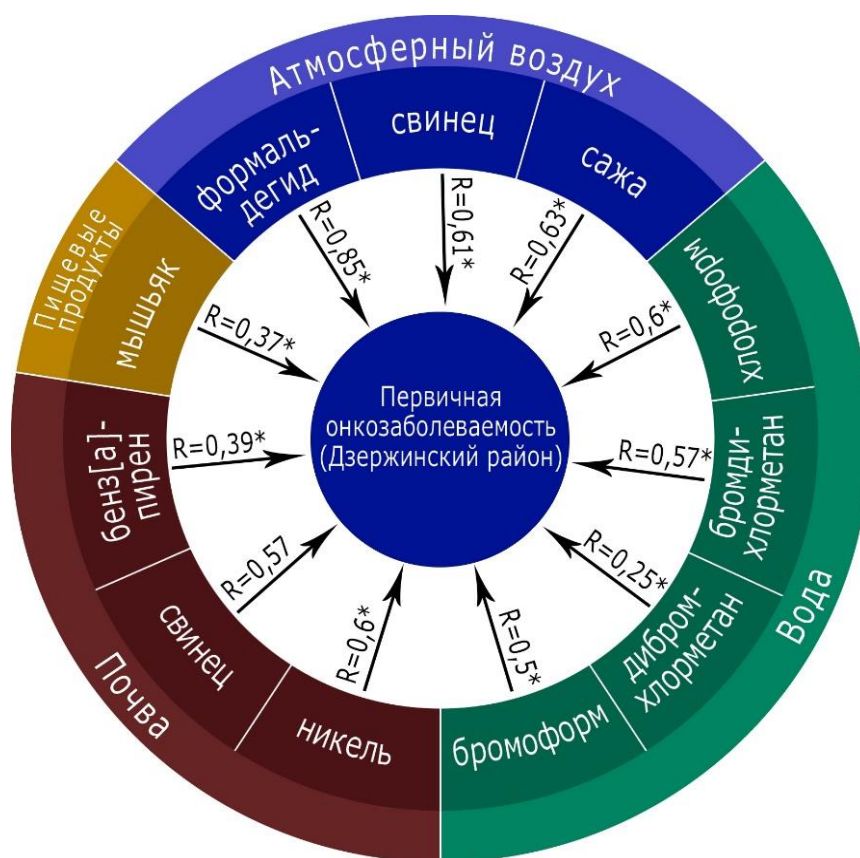


Рисунок 4.3.3 – Корреляционная модель уровней связи между показателем первичной заболеваемости ЗНО и факторов, влияющих на него для населения Дзержинского района

Таким образом, в данной главе в результате проведенной гигиенической оценки качества среды обитания, были выделены приоритетные территории риска с наибольшими показателями суммарного загрязнения и канцерогенного риска.

Неопределенности в данной главе связаны, главным образом, с неполной информацией о воздействующих веществах, их перечне и среднесуточных концентрациях в объектах среды обитания. Так при оценке загрязнения воздуха учитывались максимально разовые и среднесуточные концентрации, что может влиять на расчетные значения риска для здоровья. В работе учитывались только вещества, контролируемые областными контрольно-надзорными органами.

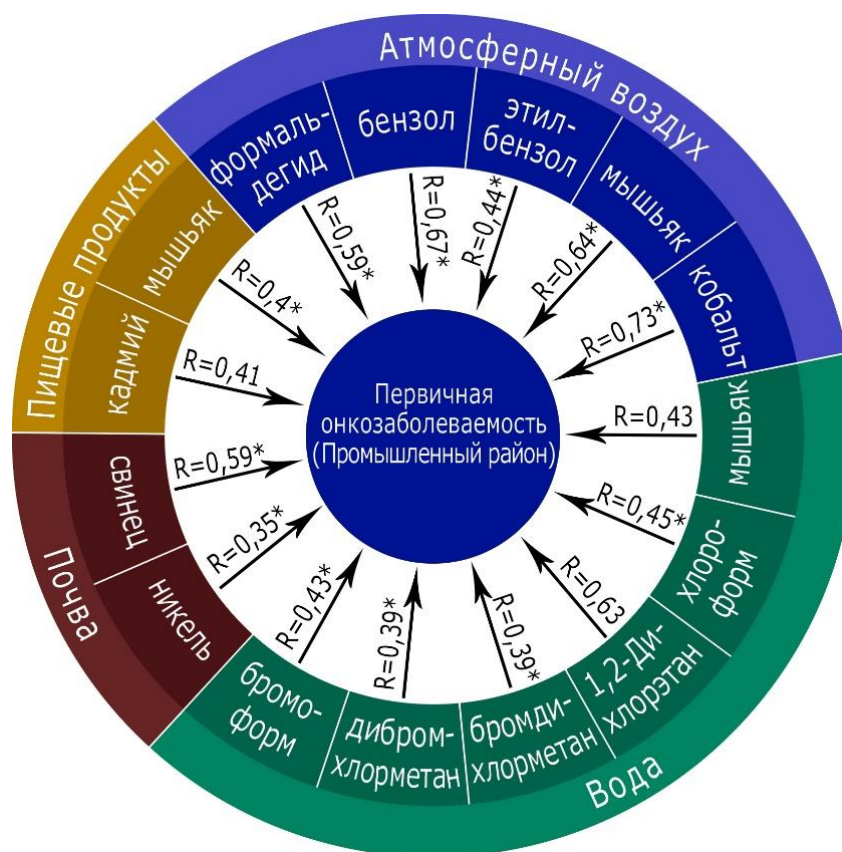


Рисунок 4.3.4 – Корреляционная модель уровней связи между показателем первичной заболеваемости ЗНО и факторов, влияющих на него для населения Промышленного района

Результаты оценки влияния многокомпонентного химического загрязнения среды обитания на развитие злокачественных новообразований свидетельствуют о формировании высокого уровня риска, который является не приемлемым для населения. Дзержинский и Промышленный районы показали наибольшие уровни формируемого риска (sumTRC составил $3,54E-03$ и $3,33E-03$ соответственно). Величина риска формируется преимущественно за счет атмосферных канцерогенных загрязнителей (до 95% для Дзержинского района), определяя приоритетность задач по разработке и внедрению профилактических мероприятий.

В атмосферном воздухе с учетом вклада в показатели суммарного канцерогенного риска приоритетными канцерогенами являются мышьяк, шестивалентный хром, бензол, формальдегид, в питьевой воде - мышьяк, хром (VI),

бериллий, дибромхлорметан, в почве - хром (VI), свинец, в продуктах питания – кадмий, мышьяк.

Анализ корреляционных связей установил, что приоритетными средами, ксенобиальная нагрузка которых определяет формирование заболеваемости ЗНО, в Центральном районе является атмосферный воздух (4 из 8 обнаруженных статистически достоверных положительных связей по всем средам), в Ленинском районе – питьевая вода (6 из 12), в Дзержинском – атмосферный воздух (3 из 10) и питьевая вода (3 из 10), В Промышленном – атмосферный воздух (5 из 12) и питьевая вода (4 из 12).

По результатам проведенного анализа причинно-следственных закономерностей в системе «здоровье-среда», идентифицированы статистически достоверные связи различной силы между заболеваемостью ЗНО и химическим загрязнением объектов среды обитания. Для Ленинского района установлены маркерные показатели негативного влияния на здоровье населения с высокой силой связи ($R > 0,7$) - хром, дибромхлорметан в питьевой воде, никель и свинец в почве, при этом величина вклада загрязнителей питьевой воды превышает в 3 раза данный показатель в Дзержинском районе. В Дзержинском районе прогностическим критерием явился формальдегид в атмосферном воздухе ($R > 0,7$), в Центральном районе - формальдегид, свинец и мышьяк в атмосферном воздухе, никель в почве ($R > 0,7$), в Промышленном – кобальт в атмосферном воздухе ($R > 0,7$).

Аналитическое обобщение результатов ранее проведенных исследований в областном центре (1998-2006 гг.) показало, что Ленинский и Дзержинский районы относятся к территориям с наименьшей частотой отклонений проб атмосферного воздуха от установленных предельно-допустимый концентраций. Настоящее исследование, напротив, показало приоритетность антропогенного загрязнения в Дзержинском районе, который занимает второе место по показателю суммарного загрязнения и по уровню первичной заболеваемости ЗНО населения. Высокие показатели антропогенной нагрузки в Дзержинском районе, вероятно, обусловлены стремительным ростом в последнее десятилетие строительства

многоэтажной застройки с использованием автономных газовых котельных, значительным увеличением вклада автотранспортных загрязнителей, близким расположением к крупным промышленным предприятиям.

Анализ результатов научных работ, ранее проведенных в г. Оренбурге (1998-2005 г.) и настоящего исследования, позволяет сделать вывод о сохраняющемся высоком уровне загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды в Промышленном районе города.

ГЛАВА 5. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

Анализ результатов многолетних зарубежных и отечественных исследований вопроса влияния электромагнитных полей, создаваемых оборудованием подвижной сотовой связи и персональными абонентскими устройствами, на здоровье населения, установил высокую приоритетность гигиенической оценки уровней ЭМИ, источники которого целенаправленно используются в различных отраслях.

На данный момент имеется большое число экспериментальных и эпидемиологических исследований с различной степенью доказанности, которые установили риск формирования онкологических заболеваний нервной системы, а также лейкозов при воздействии ЭМП как на профессиональные группы, так и на население.

На следующем этапе исследования оценен риск формирования злокачественных новообразований (глиом и менингиом) при экспозиции нетепловых уровней ЭМП радиочастотного диапазона от компонентов систем сотовой связи (базовых станций и персональных абонентских терминалов).

5.1. Гигиеническая оценка электромагнитной нагрузки, формируемой базовыми станциями сотовой связи

Ранее проведенные исследования электромагнитной нагрузки на территории промышленного города (Дунаев В.Н., Боев В.М., 2006 г.) показали, что г. Оренбург относится к территориям с высокой удельной электромагнитной нагрузкой (более 200 мкВт/см²×час), формирующейся преимущественно за счет передающих радиотехнических объектов сотовой связи, антенн телевизионной и

радиовещательной сети, а также источников промышленной частоты (воздушные линии электропередач).

Региональные исследования показали, что антропогенная электромагнитная нагрузка на население города формируется в значительной степени за счет двух приоритетных источников – базовых станций и персональных абонентских устройств сотовой связи, вклад которых составляет более 85-90% в общей структуре источников ЭМИ.

Услуги мобильной сотовой связи предоставляются в областном центре с 1998 года. Развитие данной связи в городах явилось фактором значительного увеличения уровня воздействия электромагнитных излучений и приближением к жилой застройке мощных источников последних.

На первом этапе с целью комплексной оценки электромагнитной обстановки на селитебных территориях проведены измерения контролируемых параметров ЭМП базовых станций в четырех районах города с учетом расположения базовых станций по отношению к жилым зданиям, конструктивного типа, высоты подвеса антенн, застройки и типа рельефа местности. Выше перечисленные факторы напрямую влияют на условия распространения электромагнитных волн, формирование электромагнитного фона и оказываемое биологическое действие.

Установлено, что антропогенную электромагнитную нагрузку на территории города формирует более пятисот станций радиотелефонной связи. Основная часть приемо-передающего оборудования расположена в селитебных зонах (более 95% антенн).

В крупных городах, как правило, на одной установочной площадке (сота) находится оборудование нескольких операторов. На большей части объектов (здание, мачта) операторы связи одновременно используют общее оборудование, что является фактором возрастания уровня электромагнитных полей. Это связано с тем, что при совместном пользовании антенно-фидерных устройств возникает необходимость компенсировать вносимые диплексерами потери более высоким коэффициентом усиления антенны или дополнительной мощностью передатчиков [60].

Эксплуатируемые БС располагаются на крыше нежилых зданий – в 58% случаев (это административные и производственные здания), из них 2% - составляли образовательные учреждения; на антенных мачтах – 32%; на крыше жилых зданий – 10% БС (Рисунок 5.1.1).

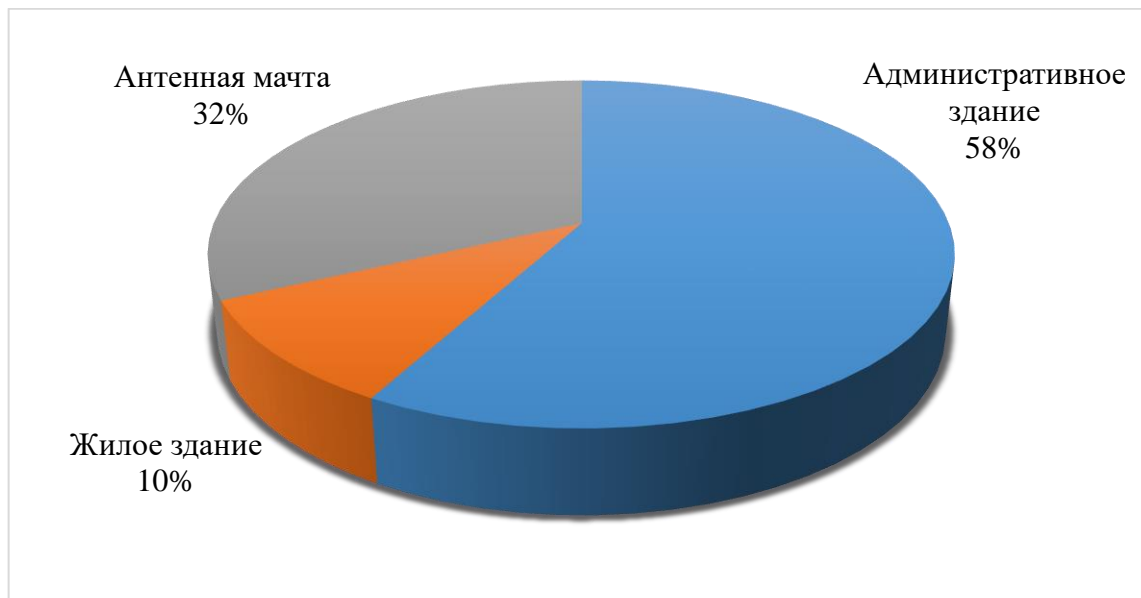


Рисунок 5.1.1 – Распределение базовых станций по видам установочных площадок

По всей территории России операторы радиотелефонной связи активно переходят на технологию 4G-сетей, вследствие этого отмечается быстрый рост числа эксплуатируемых базовых станций. В настоящее время идет активный переход операторов «большой четверки» на стандарты 4-го поколения сотовой связи. При этом основное отличие сетей UMTS и LTE от сетей GSM состоит в том, что антенны базовых станций 3G и 4G могут изменять площадь радиопокрытия в зависимости от нагрузки на сеть; менять угол наклона антенны и излучаемую мощность. Так, по данным Р. Занга [79], сеть 3G и 4G представляет собой «умную» радиосистему, определяющая наиболее эффективные рабочие частоты и зону распространения сигнала, что дает возможность менять пространственные характеристики соты. Кроме того, работая на более высоких частотных диапазонах (для достижения высокой пропускной способности), 3G/4G-сетям необходимо большее число базовых станций (в два-три раза больше точек, чем раньше). На

Рисунке 5.1.2 показано распределение количества базовых станций по используемым стандартам сотовой связи в г. Оренбурге.

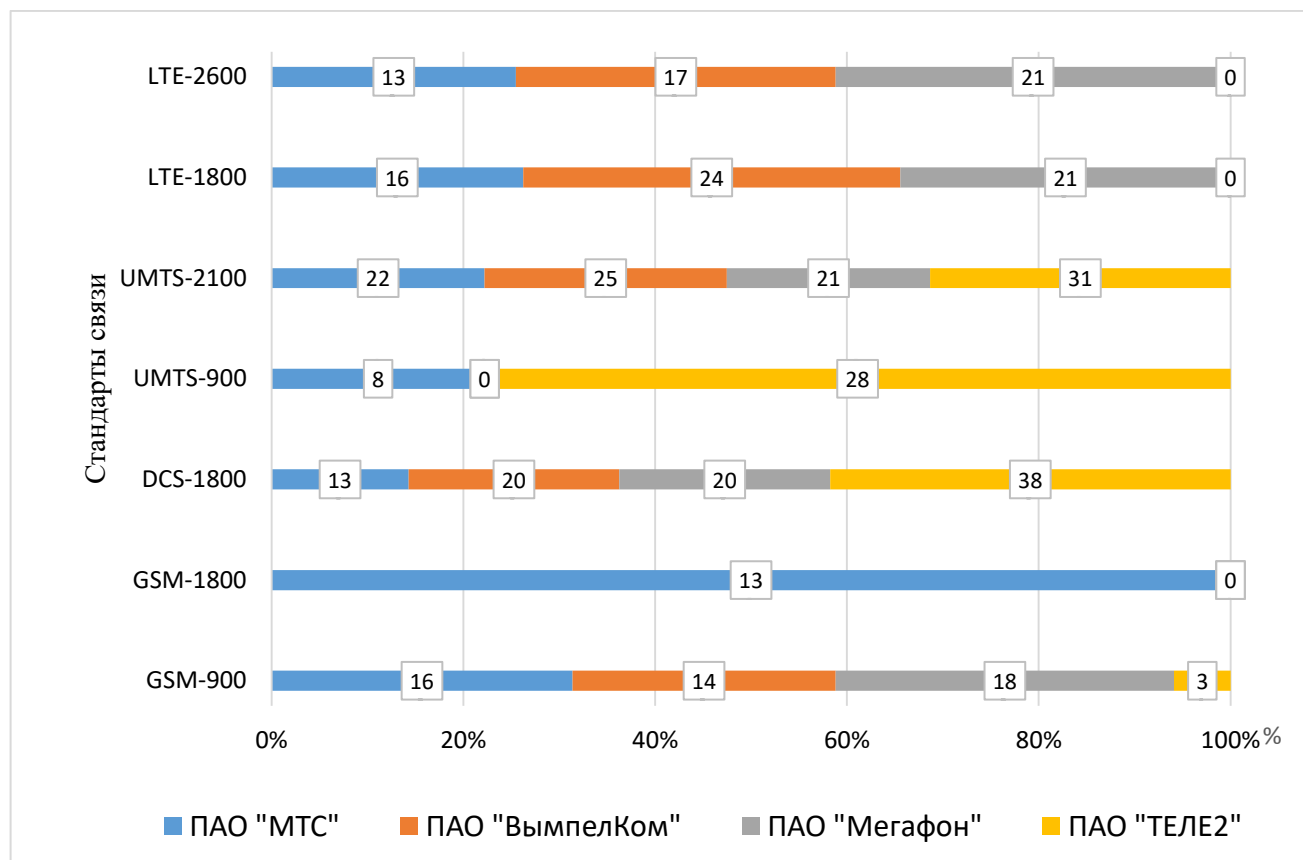


Рисунок 5.1.2 – Структура действующих стандартов мобильной сотовой связи по операторам в г. Оренбурге (%)

Таким образом, применение электрического управления излучением антенн, расширение зон обслуживания территорий формируют изменяющийся во времени по мощности и силе воздействия фактор среды обитания. Данное обстоятельство существенно осложняет процедуру инструментальных измерений ЭМП и регламентирования контролируемых параметров, что требует пересмотра нормативно-законодательной базы, регламентирующей воздействие электромагнитных полей от ПРТО.

Увеличение числа абонентов сетей мобильной связи, а также расширение спектра предоставляемых ими услуг определяет необходимость увеличения числа базовых станций данных сетей. Особенно это тенденция прослеживается в крупных городах с населением от 500 тысяч человек. Так на территории областного центра количество базовых станций с 2006 года увеличилось почти в 7 раз. Динамика

расширения инфраструктуры базовых станций в РФ и г. Оренбурге показана на Рисунке 5.1.3.

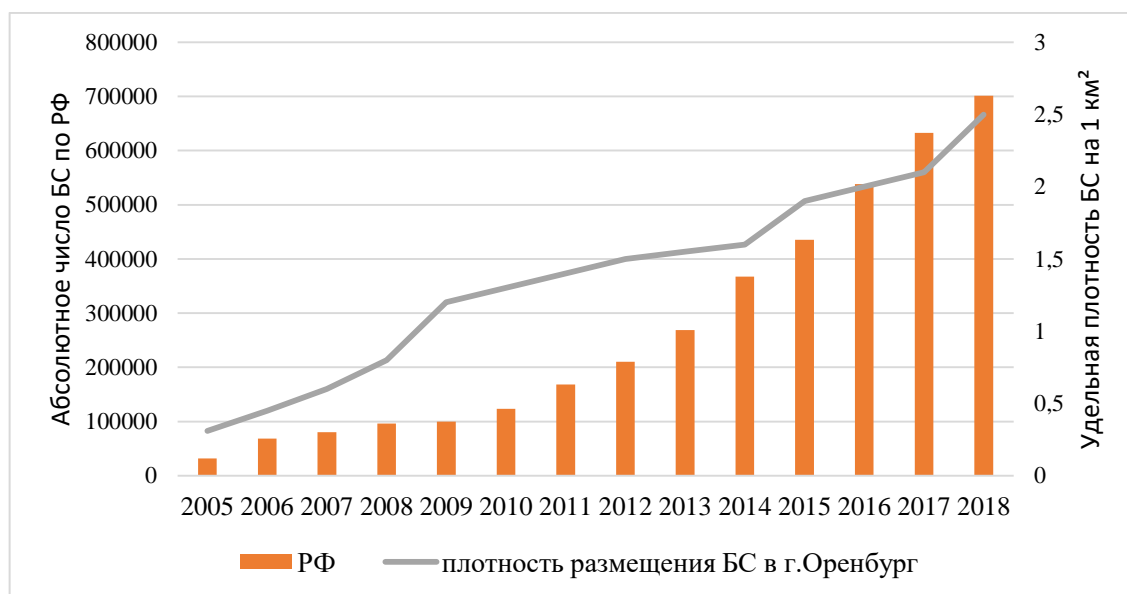


Рисунок 5.1.3 – Динамика роста абсолютного числа базовых станций мобильной сотовой связи по РФ и удельной плотности передающих объектов по г. Оренбургу

Одним из этапов методики оценки электромагнитной нагрузки, создаваемой радиотехническими объектами, является создание электромагнитной карты города с нанесением всех источников ЭМИ для выделения приоритетных территорий для дальнейшего мониторинга уровней ЭМП на селитебной территории.

На сегодняшний день, наблюдается значительный рост числа передающих объектов сотовой связи, которые обуславливают тотальное хроническое облучение тела нетепловой интенсивности. Сравнительное расположение базовых станций ПАО Вымпелком, ПАО Мегафон, ПАО МТС в г. Оренбурге в 2006 и 2018 году представлено на Рисунках 5.1.4 - 5.1.9.

Ранжирование территорий города по показателю электромагнитной нагрузки установило, что наибольшая плотность БС на единицу площади приходится на Ленинский и Промышленный районы и составляет 1,6 и 3,4 БС на 1 км² соответственно (Рисунок 5.1.10).

Наименьшая удельная плотность БС установлена в Центральном и Дзержинском районах города (0,94 и 1,1 соответственно), при этом данный показатель более чем в 3 раза меньше, чем в Промышленном районе города.

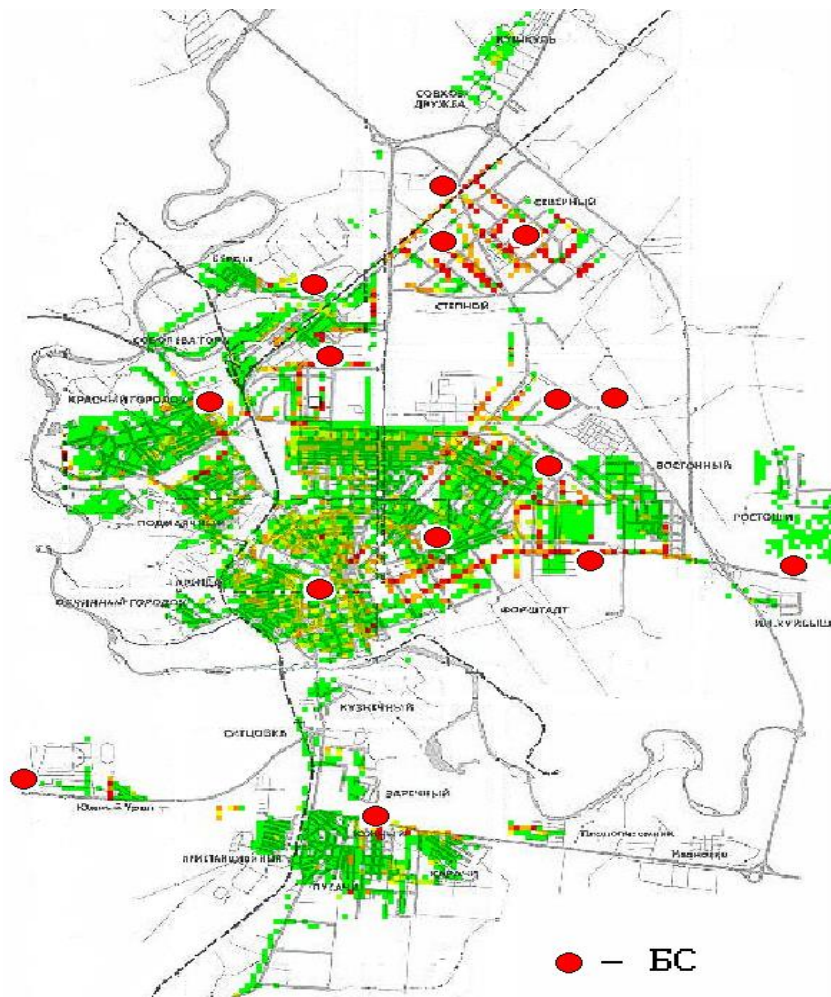


Рисунок 5.1.4 – Расположение БС ПАО «ВымпелКом» - 2006 г. (Дунаев В.Н., Боев В.М.)

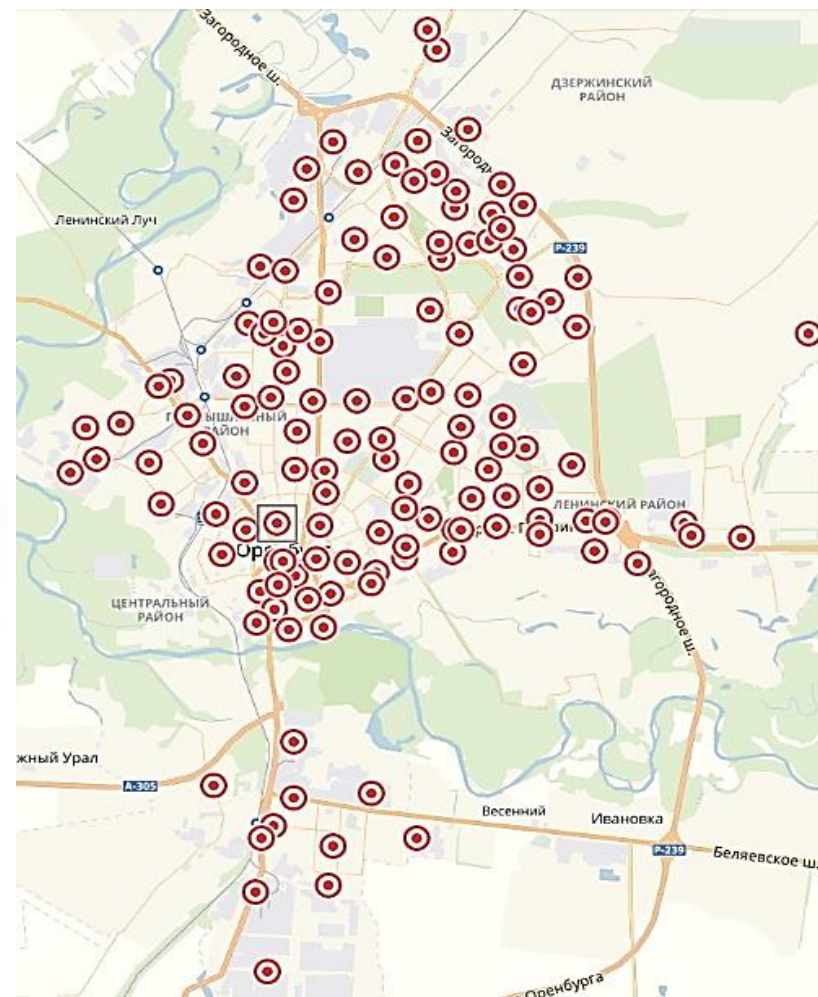


Рисунок 5.1.5 – Расположение БС ПАО «Вымпелком» - 2018г.

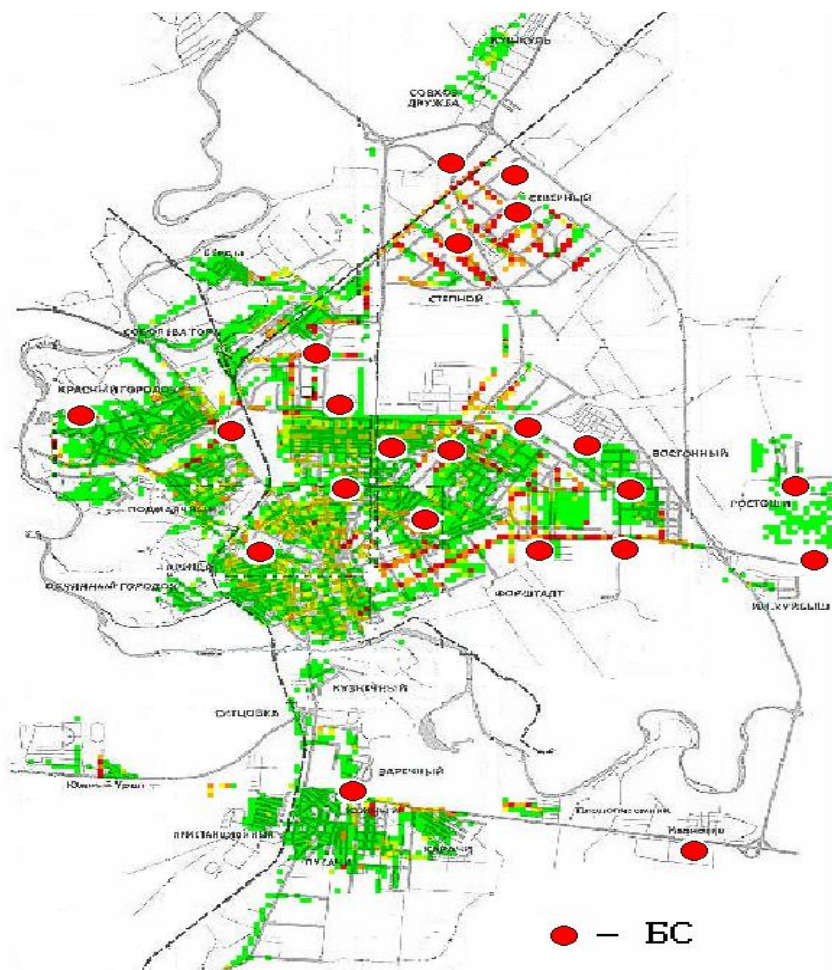


Рисунок 5.1.6 – Расположение БС ПАО «Мегафон» - 2006 г. (Дунаев В.Н., Боев В.М.)

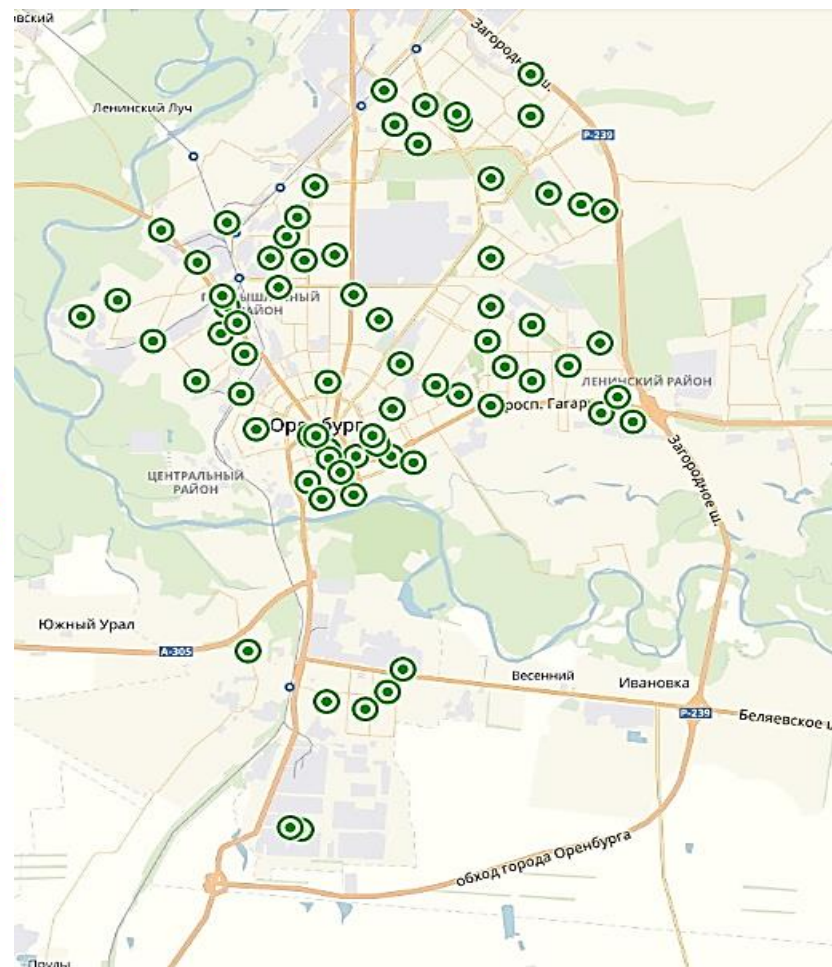


Рисунок 5.1.7 – Расположение БС ПАО «Мегафон» - 2018г.

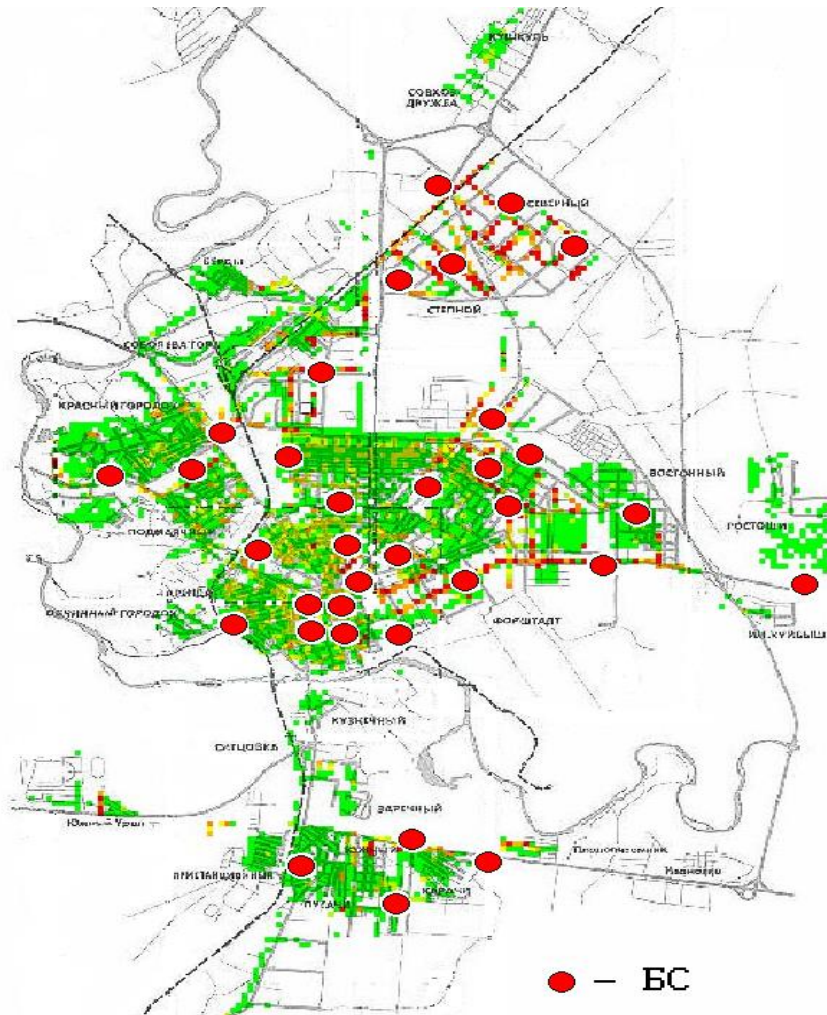


Рисунок 5.1.8 – Расположение БС ПАО «МТС» - 2006 г. (Дунаев В.Н., Боев В.М.)

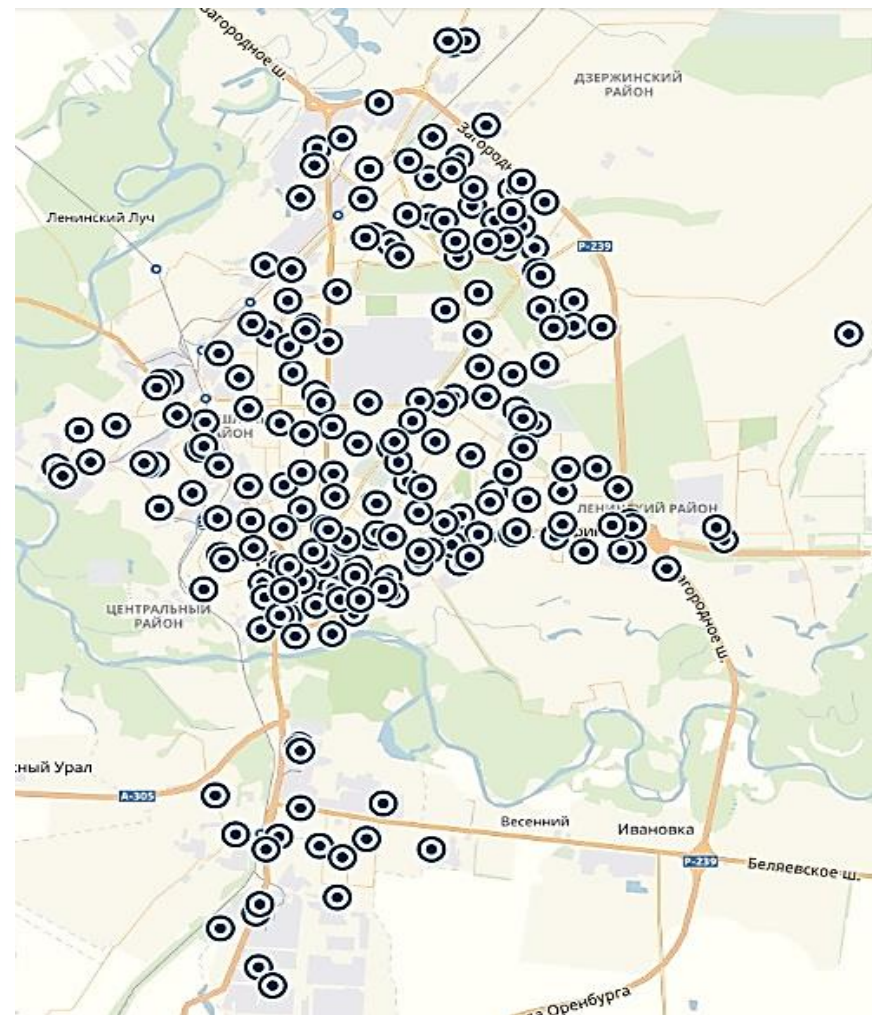


Рисунок 5.1.9 – Расположение БС ПАО «МТС» - 2018г.

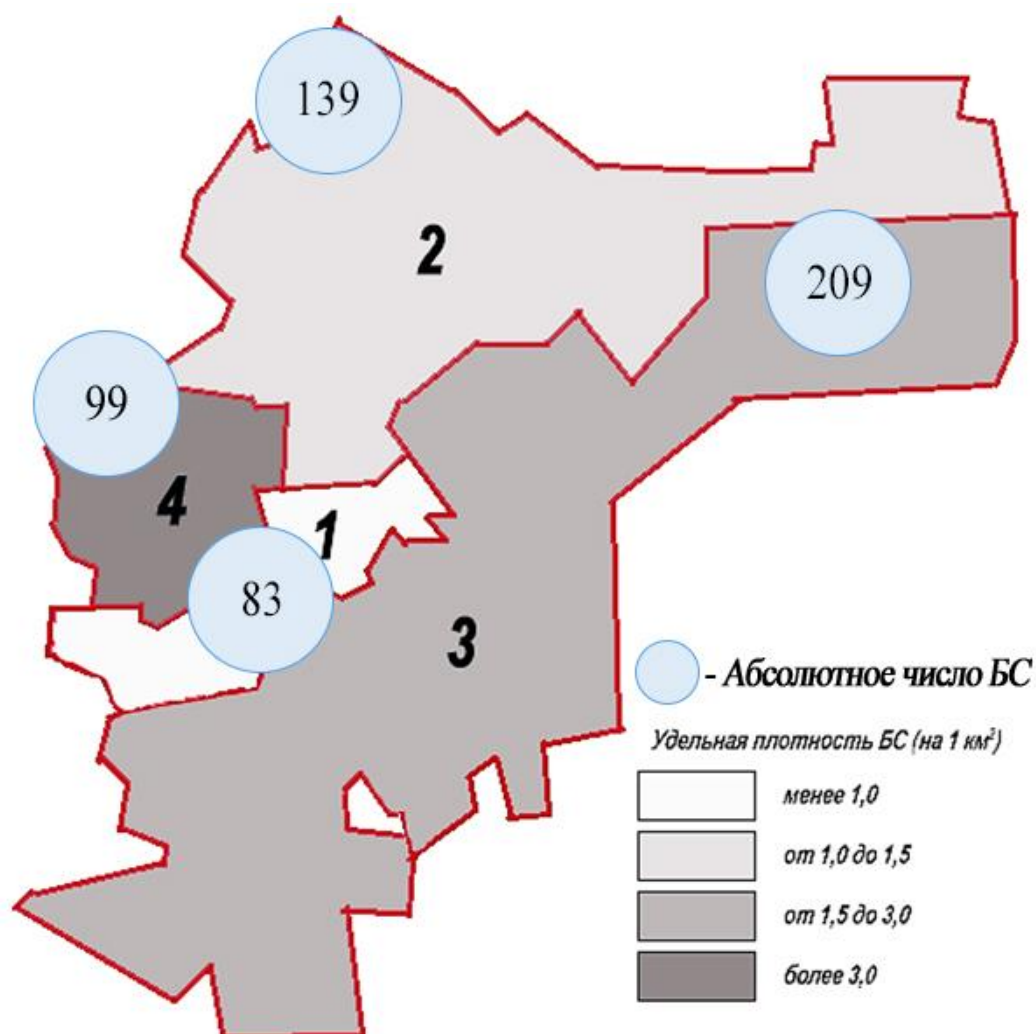


Рисунок 5.1.10 – Удельная плотность размещения базовых станций на 1 км² в административных районах г. Оренбурга (1 – Центральный район, 2 – Дзержинский, 3 - Ленинский, 4 – Промышленный)

Результаты инструментальных измерений уровней ЭМП на участках территории, непосредственно прилегающей к зданию (мачте) с приемопередающим оборудованием ПРТО (до 100 м от базовой станции), показали соответствие показателей формируемой электромагнитной нагрузки гигиеническим нормативам. Уровни электромагнитных полей составили от 0,2 до 7 мкВт/см². Необходимо отметить, что на данных участках инструментального контроля в Ленинском районе города зарегистрированы статистически достоверно ($p \leq 0,05$) более высокие уровни ЭМП (Рисунок 5.1.11). Достоверные различия полученных значений ППЭ были установлены между Ленинским и Дзержинским районами (по средним и максимальным значениям ППЭ) и Ленинским и Центральным районами (по максимальным значениям ППЭ на прилегающей к

базовой станции территории). В других точках контроля достоверных различий получено не было.

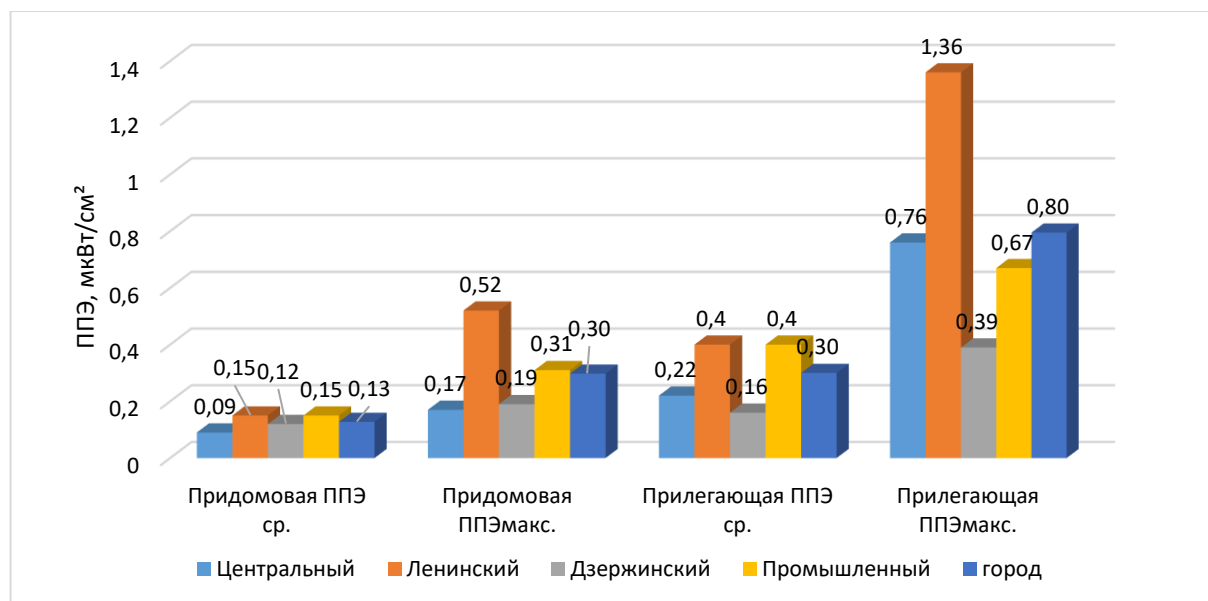


Рисунок 5.1.11 – Результаты измерений уровней ЭМП на прилегающей и придомовой территории в административных районах (ППЭ в мкВт/см²)

В Таблице 5.1.1 приведены результаты измерений уровней ЭМП на прилегающей к базовой станции территории в районах города.

Таблица 5.1.1 – Результаты измерений плотности потока энергии на прилегающей территории в административных районах города (ППЭ в мкВт/см²)

Показатели	Центральный (1)	Ленинский (2)	Дзержинский (3)	Промышленный (4)	Достоверность различий (p)*
ППЭ ср.	0,22±0,04	0,40±0,08	0,16±0,03	0,40±0,1	p (2-3)=0,04
ППЭ макс.	0,76±0,2	1,36±0,28	0,39±0,07	0,67±0,13	p (1-2) =0,01; p (2-3)=0,001

Примечание: *-уровень статистической значимости $p \leq 0,05$

Результаты инструментального контроля на территории, прилегающей к жилым домам (до 10 метров) не установили превышение гигиенических нормативов ЭМП. Максимально зарегистрированные уровни электромагнитных полей на придомовой территории составили до 2,7 мкВт/см² (Таблица 5.1.2). Наибольшие уровни ЭМП на придомовой территории установлены в Ленинском районе (ППЭ макс. – 0,52±0,27 мкВт/см²), наименьшие в – Центральном (ППЭ макс. – 0,17±0,04 мкВт/см²). Статистически достоверных различий между районами не установлено.

Таблица 5.1.2 – Результаты измерений плотности потока энергии на придомовой территории в административных районах города (ППЭ в мкВт/см²)

Показатели	Центральный	Ленинский	Дзержинский	Промышленный
ППЭ ср.	0,09±0,02	0,15±0,05	0,12±0,03	0,15±0,08
ППЭ макс.	0,17±0,04	0,52±0,27	0,19±0,05	0,31±0,15

Таким образом, наибольшие уровни ЭМП на прилегающей и придомовой территории установлены в Ленинском и Промышленных районах, удельная плотность размещения базовых станций в которых выше, чем в других районах города.

Во всех районах города произведены измерения ППЭ в жилых зданиях на 1-2, 3-5, 6-9 и 10-15 этажах. Анализ уровней ЭМП радиочастотного диапазона в жилых зданиях свидетельствует о том, что наибольшая электромагнитная нагрузка формируется на этажах, расположенных на уровне направления главного излучения (или приема) антенн. Усредненные значения ЭМИ по районам города на уровне 3-5 этажей составили до 0,8 ПДУ, на уровне 6-9 этажей – до 1,1 ПДУ.

Результаты исследования ЭМП в жилых зданиях демонстрируют наибольшие величины показателей на 3-5 и 6-9 этажах зданий (Таблица 5.1.3).

Таблица 5.1.3 – Усредненные значения плотности потока энергии по этажам зданий (M±m).

Изменяемые параметры (мкВт/см ²)	1-2 этаж (1)	3-5 этаж (2)	6-9 этаж (3)	10-15 этаж (4)	Достоверность различий (p) *
ППЭ ср.	0,25±0,06	0,39±0,14	0,73±0,15	0,26±0,12	p (1-2) =0,002; p (1-3) =3,02*10 ⁻⁸ ; p (2-3) =0,008; p (3-4) =0,017.
ППЭ макс	0,43±0,12	0,58±0,22	1,25±0,21	0,51±0,19	p (1-2) =0,0004; p (1-3) =2,12*10 ⁻⁹ ; p (2-3) =0,005; p (3-4) =0,026.

Примечание:* - представлены только статистически значимые различия между изучаемыми территориями.

Установлено, что наибольшие уровни электромагнитных излучений регистрируются на высоте 6-9 этажей жилых и общественных зданий, наименьшие

– на уровне 1-2 этажей. Установлены статистически достоверные различия между уровнями ЭМП на 3-9 этажах жилых зданий и 1-2 и 10-15 этажах в среднем по городу и во всех административных районах ($p \leq 0,05$). Статистически достоверных различий уровней ЭМП между 1-2 и 10-15 этажами установлено не было.

Сравнительный анализ результатов исследования изучаемых показателей по районам города показал, что в Ленинском районе города статистически достоверно более высокие уровни электромагнитного излучения на 1-2, 3-5 и 6-9 этажах жилых зданий по сравнению со средними значениями по городу. Статистически достоверные более низкие показатели ППЭ ($p \leq 0,05$) по сравнению со средними значениями по городу на 3-5 этажах зданий установлены в Центральном районе (Таблица 5.1.4).

Таблица 5.1.4 – Сравнительная характеристика результатов измерения средних и максимальных значений плотности потока энергии (в мкВт/см²) в административных районах города ($M \pm m$)

Показатели	Центральный	Ленинский	Дзержинский	Промышленный	Город
ППЭ ср. 1-2 этаж	0,15±0,04	0,42±0,19	0,1±0,03	0,43±0,16	0,25±0,06
ППЭ макс. 1-2 этаж	0,23±0,06	0,80±0,4*	0,21±0,05	0,6±0,21	0,43±0,12
ППЭ ср. 3-5 этаж	0,13±0,03*	0,65±0,22	0,28±0,06	0,15±0,01	0,39±0,14
ППЭ макс. 3-5 этаж	0,33±0,18	1,15±0,35*	0,51±0,09	0,35±0,02	0,58±0,22
ППЭ ср. 6-9 этаж	0,59±0,41	0,88±0,31	0,91±0,16	0,51±0,14	0,73±0,15
ППЭ макс. 6-9 этаж	0,86±0,15	1,58±0,44*	1,3±0,24	1,28±0,42	1,25±0,21
ППЭ ср. 10-15 этаж	0,2±0,05	0,46±0,26	0,3±0,01	0,1±0,09	0,26±0,12
ППЭ макс. 10-15 этаж	0,46±0,06	0,88±0,39	0,6±0,02	0,3±0,01	0,51±0,19
Средние значения	0,37±0,05	0,85±0,33	0,53±0,08	0,46±0,08	0,55±0,16

Примечание:* - $p < 0,05$ при сравнении данных со средними значениями по городу.

Полученные результаты показали, что наибольшие уровни оцениваемых параметров ЭМП наблюдаются на уровне расположения излучающих антенн (3-5, 6-9 этажи). Приведенные в Таблице 5.1.4 свидетельствуют о том, что наибольшие значения уровней ЭМП в жилых и общественных зданиях выявлены в Ленинском и Дзержинском районах, при этом инструментальный контроль установил, что в Ленинском районе города наблюдается наиболее неблагоприятный электромагнитный фон с достоверно более высокими уровнями, чем в среднем по городу ($p \leq 0,05$). Данный район города характеризуется высокой плотностью застройки, что создает условия для наложения электромагнитных полей между зданиями.

Таким образом, территориальная сравнительная оценка электромагнитного фона в городе показала, что Ленинский район города характеризуется высокой удельной плотностью размещения базовых станций сотовой связи, при этом установлены статистически достоверно более высокие уровни электромагнитных полей по сравнению со средними значениями по городу. Следует отметить, что по результатам проведенного эпидемиологического анализа Ленинский район города занимает первое ранговое место по уровню впервые выявленной заболеваемости ЗНО головной мозга с установленной положительной тенденцией к росту показателей данной патологии.

Промышленный район города характеризуется наибольшей плотностью размещения базовых станций и высокими показателями ЭМП на прилегающей к БС и придомовой территории (по сравнению с Центральным и Дзержинским районом), при этом уровни ЭМП в зданиях сопоставимы со средними значениями по городу. Наименьшие уровни ЭМП на всех контролируемых территориях и зданиях отмечены в Центральном районе города.

5.2 Оценка условий формирования экспозиции электромагнитных полей у пользователей абонентских терминалов сотовой связи

Гигиеническая оценка уровней электромагнитных полей от абонентских терминалов сотовой связи

По данным Минкомсвязи России количество пользователей широкополосного доступа в интернет за период 2011-2018 гг. возросло более чем в 2 раза (Рисунок 5.2.1).

По Рисунку 5.2.1 видно, что число пользователей мобильными устройствами связи в Оренбургской области возросло в 1,5 раза, а среднее время использования мобильного интернета более чем в 4 раза за период 2011-2018 гг.

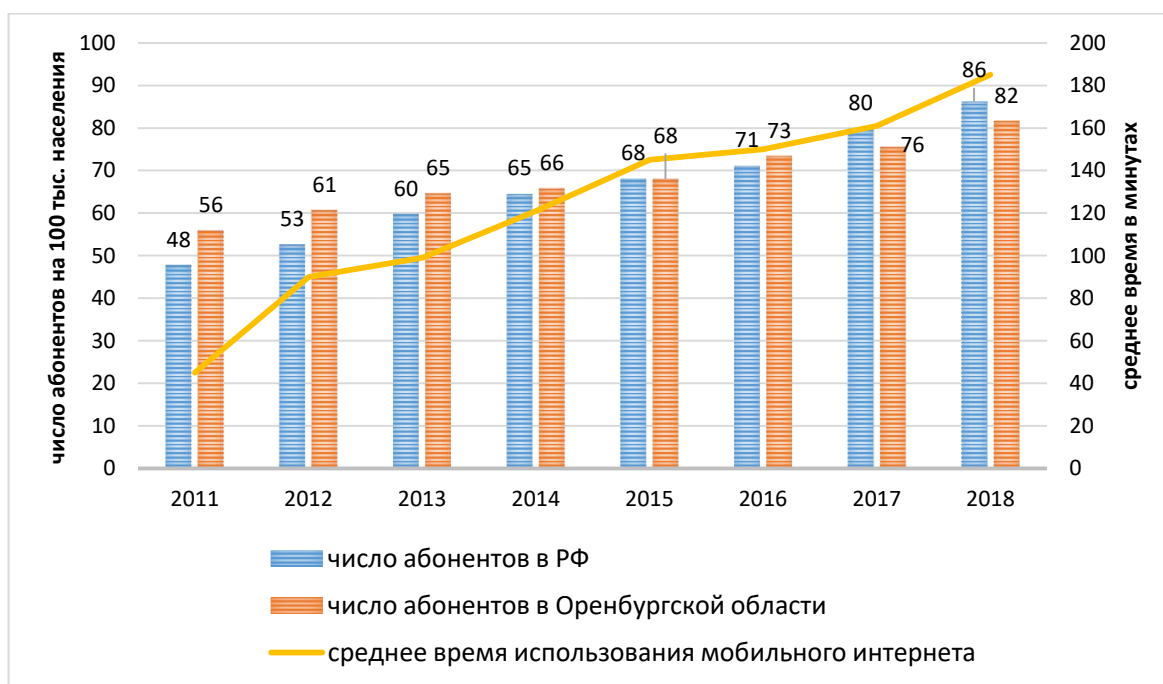


Рисунок 5.2.1 – Число абонентов мобильного широкополосного доступа в Интернет (на 100 тысяч человек по данным Минкомсвязи России) и динамика среднего времени использования мобильного интернета в день (в минутах)

Определение индивидуальной электромагнитной нагрузки при использовании сотовых телефонов как фактора риска развития негативных эффектов для здоровья населения проводилось с учетом уровней ЭМП от сотовых телефонов и времени ведения радиопереговоров. Исследование уровней электромагнитных полей от абонентских терминалов проведено в двух режимах пользования с учетом марки и года выпуска телефона. Усредненные значения ППЭ от абонентских терминалов приведены в Таблице 5.2.1.

Таблица 5.2.1. – Средние значения средних и максимальных ППЭ в мкВт/см² в двух режимах использования ($M \pm m$).

Марка	ППЭ ср., вызов	ППЭ ср., прием	ППЭ макс., вызов	ППЭ макс., прием
1	2	3	4	5
Alkatel	0,40±0,02	0,30±0,02	1,90±0,90	0,80±0,23
Asus	0,52±0,23	1,33±0,46	1,63±0,49	1,65±0,46
Honor	0,59±0,15	0,50±0,14	1,28±0,19	1,14±0,21
HTC	0,05±0,05	0,00±0,00	0,70±0,20	0,10±0,01
Huawei	0,18±0,08	0,03±0,02	0,78±0,29	0,49±0,26
Iphone	0,60±0,08	0,64±0,08	1,19±0,11	1,27±0,11
Leagoo	0,70±0,1	0,00±0,00	1,05±0,85	0,45±0,35
Lenovo	1,28±0,46	1,33±0,54	2,02±0,49	1,91±0,57
LG	1,27±1,22	1,53±1,11	3,73±0,86	3,37±1,7
Meizu	0,12±0,03	0,45±0,24	1,19±0,42	1,15±0,35
Micromax	1,30±0,09	1,60±0,8	1,45±0,35	1,80±0,70
Microsoft	0,05±0,1	0,60±0,2	0,15±0,05	0,90±0,70
Motorola	0,60±0,1	0,30±0,01	1,60±0,85	2,00±0,37
Nokia	1,41±0,56	1,40±0,56	1,32±0,56	2,23±0,64
Oneplus	2,20±0,9	1,50±0,5	2,60±0,77	2,00±0,50
Philips	0,10±0,01	0,10±0,01	0,50±0,01	0,50±0,01
Pocophone	0,30±0,02	0,20±0,3	1,00±0,08	1,20±0,87
Samsung	0,76±0,15	0,81±0,15	1,35±0,17	1,36±0,18
Sony	0,61±0,45	0,90±0,58	1,63±0,76	1,64±0,65
Xiaomi	1,31±0,27	1,29±0,25	1,86±0,29	1,77±0,28
ZTE	0,33±0,21	0,43±0,22	1,07±0,30	1,58±0,38

Установлено, что средние значения ППЭ макс. от сотовых телефонов во время установления вызова составляют $1,4 \pm 0,46$ мкВт/см², ППЭ ср. – $0,7 \pm 0,37$ мкВт/см². Во время приема звонка зарегистрированные уровни ППЭ от персональных абонентских терминалов составили ППЭ макс. – $1,4 \pm 0,53$ мкВт/см², ППЭ ср. – $0,61 \pm 0,41$ мкВт/см².

Вместе с тем, статистически достоверных различий между значениями ППЭ в режимах «вызова» и «приема» звонка не установлено. Наибольшие уровни ЭМП показали модели 2015 года выпуска и более ранних годов ($p \leq 0,05$). У таких моделей МРТ как Lenovo, LG, Micromax, Nokia, Oneplus, Xiaomi зафиксированы наибольшие уровни средних значений плотности потока энергии. Такие модели МРТ как Huawei, ZTE, Honor, Iphone показали наименьшие значения уровней ЭМП.

Таким образом, можно сделать вывод, что современные модели аппаратов сотовой связи в большинстве случаев излучают гигиенически безопасные уровни электромагнитных полей, и дозовая электромагнитная нагрузка зависит главным образом от индивидуальных условий использования мобильных телефонов.

Оценка условий формирования экспозиции электромагнитных полей у пользователей абонентских терминалов сотовой связи (по данным анкетирования)

В ходе исследования проведен социологический опрос с целью изучения условий использования персональных абонентских терминалов среди различных групп населения, выявления групп риска и расчета формируемой индивидуальной нагрузки.

В опросе участвовало 457 респондентов в возрасте от 17 до 65 лет. Среди опрошенных 46,8% составили лица в возрасте от 18 до 29 лет, 30-49 лет – 31,7%, 50-59 лет – 11,5%, 60 лет и старше – 8,7%.

По роду деятельности все респонденты были распределены на рабочих – 38,1%, служащих – 26,9%, учащихся – 21,3% (обучающиеся СУЗов и ВУЗов) и не работающих – 14,3% (Рисунок 5.2.2).

Анализ результатов анкетирования показал, что 98,3% опрошенных используют АТ каждый день, 43,4% респондентов пользуются мобильной сотовой связью от 3 до 10 лет, а 50,4% - больше 10 лет.

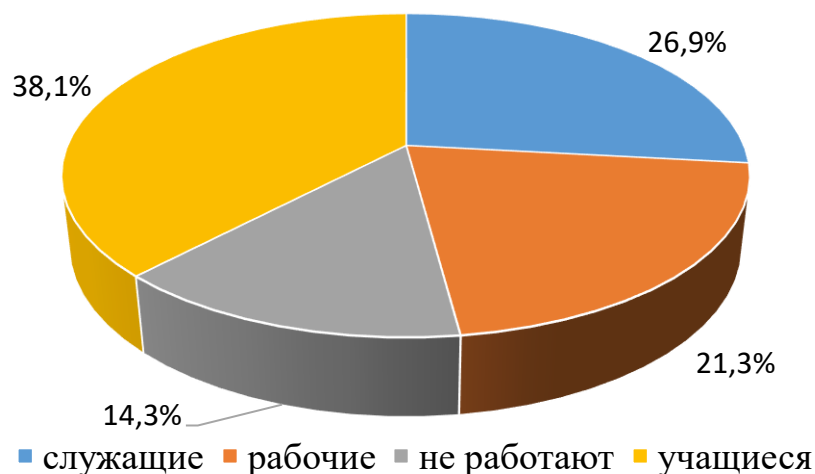


Рисунок 5.2.2 – Распределение респондентов по роду деятельности

В Таблице 5.2.2 показан анализ условий пользования телефонами респондентами.

Таблица 5.2.2 – Условия пользования сотовой связью различными социально-профессиональными группами населения

Ответы на вопросы	Группа населения			
	Служащие	Рабочие	Неработающие	Учащиеся
1	2	3	4	5
Сколько лет Вы пользуетесь сотовой связью?				
Менее 1 года	0%	1%	2%	1%
1-3 года	3%	1%	8%	5%
3-10 лет	23%	37%	37%	64%
Более 10 лет	74%	61%	53%	28%
Продолжительность использования сотового телефона в сутки для разговоров				
Почти не пользуюсь	1%	3%	8%	2%
5-10 минут	13%	3%	18%	4%
20-30 минут	24%	24%	8%	4%
Около 1 часа	13%	25%	20%	13%
Более 1 часа	50%	46%	47%	77%
Сколько примерно времени уходит на 1 телефонный разговор?				

Продолжение Таблицы 5.2.2

Менее 1 минуты	5%	5%	14%	4%
1-5 минут	39%	42%	31%	34%
5-10 минут	46%	25%	37%	32%
Более 10 минут	10%	28%	18%	29%
Сколько звонков вы делаете и принимаете в течение дня?				
1-2 зв.	2%	7%	41%	10%
2-5 зв.	29%	37%	25%	38%
5-10 зв.	23%	28%	22%	32%
Более 10 зв.	46%	29%	12%	19%

Данные представленные в Таблице 5.2.2, свидетельствуют, что 74% опрошенных служащих более 10 пользуются сотовой связью, что считается фактором риска развития заболеваний нервной системы и системы крови, при этом данный фактор риска имеют 64% рабочих, 53% неработающих, 28% учащихся. Другим медико-биологическим фактором риска является использование мобильного радиотелефона более одного часа в течение дня для разговоров [55]. По результатам проведенного анкетирования данный фактор риска имеют 50% служащих, 46% рабочих, 47% неработающих, 77% учащихся. Важным аспектом является также количество звонков в течение дня, так как именно во время дозвона отмечается наибольший уровень излучаемого электромагнитного потока (в режиме «поиска» сети). Данный фактор наиболее актуален для служащих, 46% из которых принимают более 10 звонков в день.

По Таблице 5.2.2 видно, что служащие имеют высокие уровни экспозиции, так как по результатам опроса около половины опрошенных служащих (46-50%) используют сотовый телефон более часа в сутки для разговоров, на один телефонный разговор приходится от 5 до 10 минут и совершается более 10 звонков в день. При этом только 5% опрошенных респондентов использовали проводные или беспроводные наушники для телефона. Также в группу риска по использованию сотового телефона должны быть отнесены учащиеся, продолжительность использования сотового телефона в течение дня для

разговоров у которых составляет более часа (77% опрошенных учащихся), при этом у 29% учащихся на один телефонный разговор приходится более 10 минут и 19% совершает более 10 звонков в день.

По литературным данным считается доказанным влияние электромагнитного излучения от сотовых телефонов на развитие ЗНО головного мозга и лейкозов при пользовании сотовой связью более десяти лет и более одного часа в день [53]. Учитывая данные факторы, на основании результатов анкетирования в группу риска вошли 44% опрошенных служащих, 36% рабочих, 29% неработающих и 24% учащихся.

На основании данных проведенного анкетирования и выполненных инструментальных измерений интенсивности электромагнитного излучения от телефонов провели расчет средней (ИН_{ср}) и максимальной индивидуальной нагрузки (ИН_{макс}). Значения ИН_{ср} варьировали в зависимости от модели телефона от 1,4 до 3,46 мкВт/см²×час. Рассчитанная ИН_{макс} составила от 2,1 до 5,19 мкВт/см²×час. Для сравнения была использована предложенная референтная доза ЭМИ равная 2,4 мкВт/см²×час. Таким образом, у 58% респондентов–абонентов сотовой связи, использующих телефоны более 1 часа в сутки, электромагнитная нагрузка превышает референтную дозу.

В начале 2000-х годов наблюдается стабильный рост показателя времени пользования сотовыми телефонами населением. В этих условиях растет уровень индивидуальной электромагнитной нагрузки для пользователей мобильных радиотелефонов, который увеличился за четыре года в 1,6 раза (Рисунок 5.2.3). Отмечено, что уровень максимальной ЭМ нагрузки приблизился к установленному для персонала предельно-допустимому уровню (200 мкВт/см²×час). Производство современных моделей телефонов с более низкими уровнями излучения явилось фактором, обуславливающим тенденцию к уменьшению ИН в период 2005-2016 гг. С 2016г. наблюдается рост показателей средней и максимальной ЭМ нагрузки. В первую очередь, это связано с существенным увеличением времени ведения радиопереговоров, в том числе с использованием мобильного интернета.

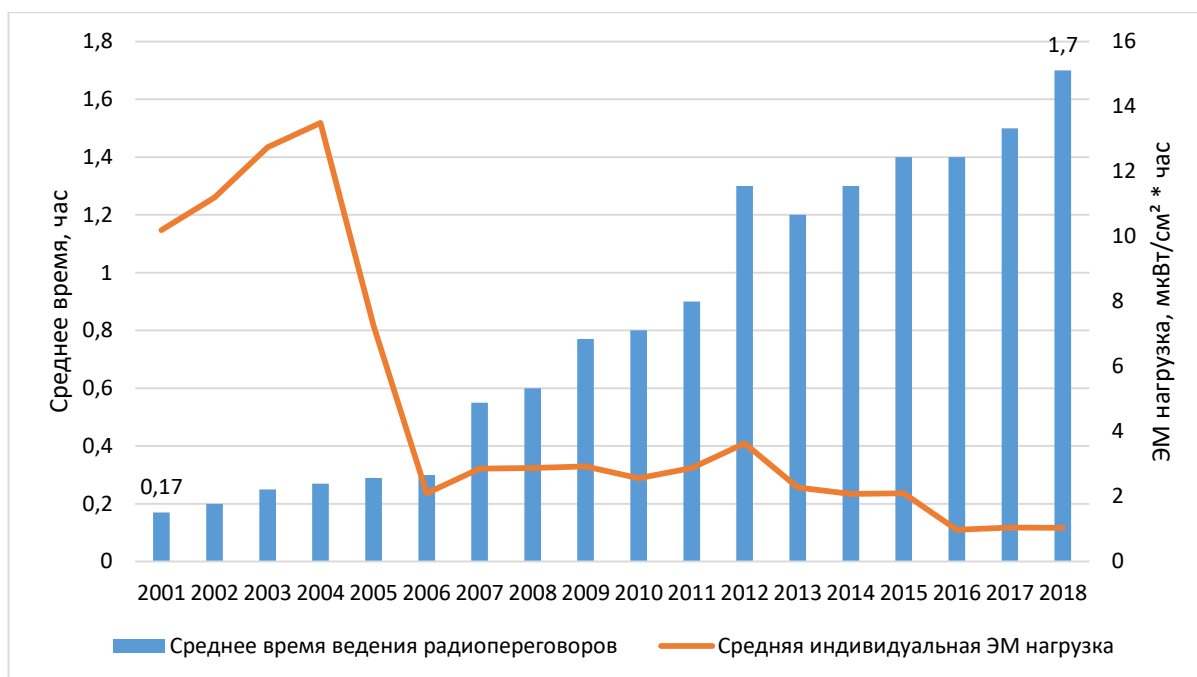


Рисунок 5.2.3 – Динамика изменения показателя средней индивидуальной электромагнитной нагрузки для пользователей мобильных радиотелефонов (мкВт/см²*час) и среднего времени ведения радиопереговоров (час)

Рост коллективной нагрузки связан с продолжающимся ростом числа пользователей мобильной сотовой связи.

Таким образом, анализ условий формирования экспозиции при применении услуг подвижной сотовой связи установил тенденцию к снижению уровней электромагнитных полей от персональных абонентских терминалов и рост индивидуальной и коллективной электромагнитной нагрузки за счет значительного увеличения среднего времени ведения разговоров (в период 2001-2018 гг. отмечен рост в 10 раз) и роста числа пользователей мобильной сотовой связи.

5.3 Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения при воздействии электромагнитных полей от базовых станций и персональных средств сотовой связи

На сегодняшний день риск-ориентированный подход к оценке негативных последствий воздействия вредных факторов среды обитания занимает ведущее место в санитарно-гигиенической практике. На этапе идентификации опасности было установлено, что наибольшая доза ЭМИ формируется для жителей 6-9 этажей

жилых зданий. В ходе выполнения настоящего исследования для расчетов формируемой экспозиции и канцерогенного риска при воздействии ЭМП были использованы значения оцениваемых параметров, полученных на данных этажах. Для наглядной характеристики канцерогенного риска использовали метод моделирования эволюции риска, который позволил оценить риск от воздействия фактора по мере увеличения продолжительности влияния данного фактора на население. На Рисунке 5.3.1 представлен график нарастания приведенного индекса риска глиомы и менингиомы при воздействии фактора до 70 лет для населения Ленинского района города.

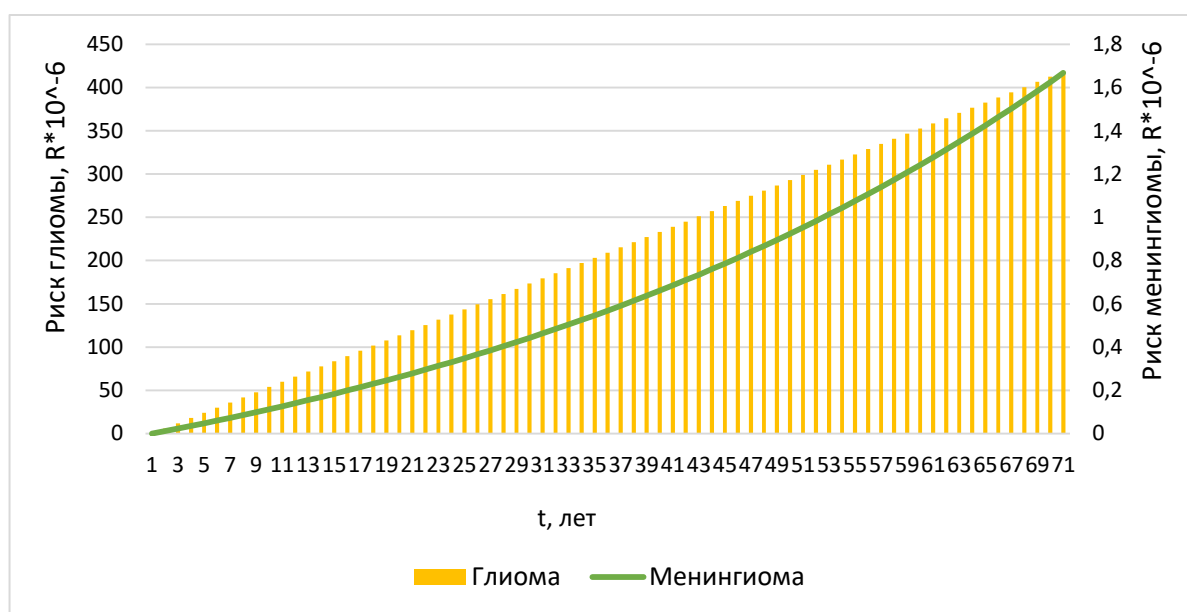


Рисунок 5.3.1 – Эволюция приведенного индекса глиомы и менингиомы для временного периода экспозиции 70 лет (на примере Ленинского района города)

По результатам гигиенической оценки риска здоровью населения установлено, что дополнительный канцерогенный риск для здоровья населения при воздействии электромагнитных полей от базовых станций в среднем по городу составляет $CR_{emfbs} 1,997E-04$, от персональных абонентских устройств – $CR_{emfmrt} 6,89E-06$.

Наиболее высокий уровень CR_{emfbs} установлен в Ленинском и Дзержинском районах и составляет $2,27E-04$, что в 1,14 раза выше среднегородского показателя и почти в 2 раза выше показателя в Промышленном районе ($1,17E-04$).

Результаты гигиенической оценки суммарных канцерогенных рисков при воздействии переменных электромагнитных от двух приоритетных источников

(базовых станций и персональных мобильных радиотелефонов) представлены в Таблице 5.3.1.

Таблица 5.3.1 – Формируемые уровни канцерогенного риска при воздействии ЭМП в административных районах города

Территория	Дополнительный риск	Ранг	Популяционный риск
Центральный	1,52E-04	2	15
Ленинский	2,34E-04	1	42
Дзержинский	2,34E-04	1	37
Промышленный	1,24E-04	3	15
город	2,07E-04		115

Суммарный канцерогенный риск при воздействии ЭМП в среднем по городу составляет $\text{sumCR}_{\text{remf}} 2,07\text{E}-04$ с наиболее высокими показателями на территориях Ленинского и Дзержинского районов $2,34\text{E}-04$ ($p \leq 0,05$). Величина канцерогенного риска на данных территориях превышает аналогичный показатель в Центральном и Промышленном районах в 1,5 и 1,9 раза соответственно.

Рассчитанные уровни приведенного риска развития глиомы и менингиомы во всех районах города согласно рекомендациям по управлению риском оцениваются как низкие (Рисунок 5.3.2).

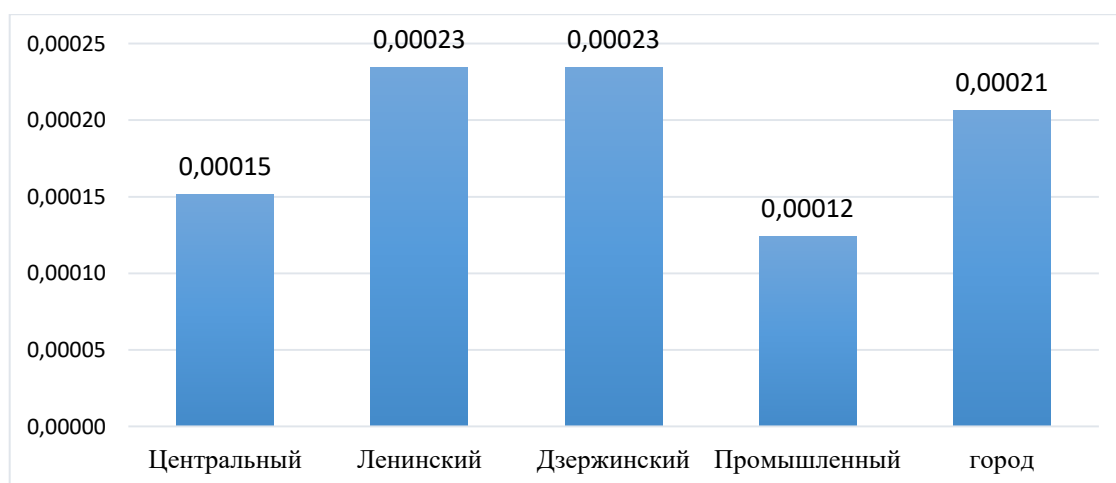


Рисунок 5.3.2 – Уровни приведенного индекса канцерогенного риска при воздействии электромагнитных полей радиочастотного диапазона (от базовых станций и персональных абонентских терминалов сотовой связи)

Необходимо отметить, что в структуре суммарного канцерогенного риска при воздействии ЭМП, основной вклад вносят электромагнитные излучения от базовых станций (от 95 до 97% для разных районов города). Данный факт свидетельствует о высокой гигиенической значимости данных объектов по отношению к риску развития негативных эффектов для здоровья населения.

5.4 Оценка причинно-следственных связей формирования заболеваемости злокачественными новообразованиями при воздействии электромагнитных полей радиочастотного диапазона

На основании результатов исследования провели оценку причинно-следственных связей формирования у населения города заболеваемости ЗНО и воздействием нетепловых уровней электромагнитных полей радиочастотного диапазона для последующей детерминации первостепенных направлений первичной профилактики. Приоритетными факторами экспозиции электромагнитных полей от систем сотовой связи, являются среднее время ведения радиопереговоров, удельная плотность базовых станций на единицу площади, число абонентских устройств на 1000 человек, так как отражают уровень индивидуальной и удельной коллективной электромагнитной нагрузки и потенциально являются факторами формирования заболеваемости населения в целом.

Проведенный корреляционный анализ между уровнем онкологической заболеваемости и параметрами, характеризующими электромагнитную нагрузку на население, установил статистически достоверные ($p < 0,05$) высокие показатели тесноты связи ($R > 0,7$) во всех административных районах, кроме Промышленного (Рисунок 5.4.1). В данном районе между уровнем онкозаболеваемости и показателем «Удельная плотность базовых станций» корреляционная связь не установлена, а показатель «Среднее время ведения радиопереговоров» коррелирует с показателем тесноты связи умеренной силы.

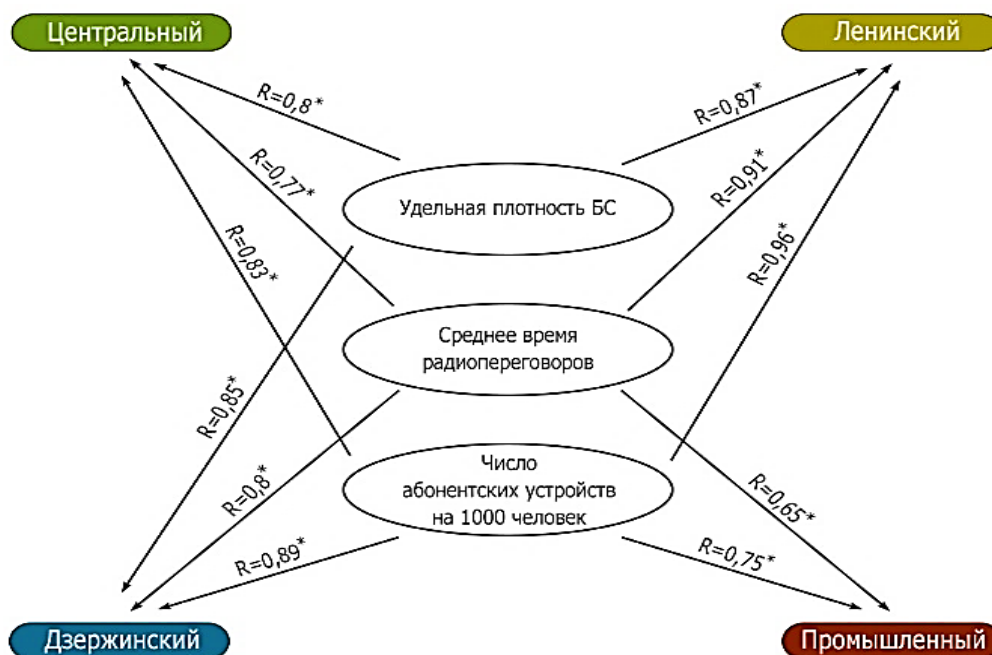


Рисунок 5.4.1 – Коэффициенты корреляции между уровнем первичной онкологической заболеваемости и электромагнитной нагрузкой в административных районах города (Спирмена-R)

Таким образом, показана статистически достоверная связь между уровнем онкологической заболеваемости населения и показателями электромагнитной нагрузки на население. Это свидетельствует о возможном негативном влиянии ЭМП базовых станций и сотовых телефонов на риск развития негативных последствий для здоровья населения.

При расчете формируемых уровней риска необходимо учесть неопределенности на каждом этапе оценки риска. На этапе идентификации опасности неопределенности и допущения связаны с неполными данными о количестве и мощности источников ЭМИ, в данном случае передающих объектов сотовой связи. Кроме того, в данном исследовании учтены объекты радиочастотного диапазона, тогда как население находится под воздействием целого ряда источников различной частоты и мощности (воздушные линии

электропередач, компьютерная техника, бытовые приборы, транспорт), что требует дополнительных исследований в данном направлении.

На этапе оценки зависимости «экспозиция-ответ» неопределенности связаны с недостаточной информацией влияния переменных полей на биологические ответы организма, отсутствием достаточного количества эпидемиологических и клинических исследований воздействия малых «нетепловых» доз ЭМИ техногенного происхождения, отсутствием достаточных данных о механизме канцерогенного действия ЭМИ. На этапе оценке экспозиции допущения и неопределенности связаны с недостаточными данными о времени и интенсивности воздействия ЭМИ определенных частот и мощности на экспонируемое население, а также, что для расчетов был взят усредненный сценарий экспозиции без учета индивидуальных факторов риска. При оценке достоверности полученных результатов необходимо учитывать, что в настоящий момент отсутствует общепринятая методика оценки риска при воздействии ЭМИ.

Таким образом, выполненные в ходе настоящей работы оценочные расчеты и контрольные измерения позволили определить направления и объем дальнейших мониторинговых исследований.

В данном исследовании измерения уровней ЭМП на прилегающей к БС территории и придомовой зоне не установили превышение гигиенических нормативов. Самая неблагоприятная ситуация по уровню ЭМП радиочастотного диапазона наблюдается на 3-5 и 6-9 этажах жилых зданий, на которых формируется наибольший уровень риска изучаемой патологии.

Анализ полученных данных показал, что наиболее благоприятная ситуация по формируемой электромагнитной нагрузке складывается на территории Центрального района. Наибольший риск формирования патологии, связанный с воздействием ЭМП наблюдается в Ленинском районе, который характеризуется высокой плотностью размещения базовых станций сотовой связи, при этом установлены статистически достоверно более высокие уровни ЭМП по сравнению со средними значениями по городу.

Суммарный канцерогенный риск при воздействии ЭМИ от систем сотовой связи оценивается как низкий, при этом в Ленинском и Дзержинском районе он превышает аналогичные показатели в Центральном и Промышленном районе в 1,5 и 1,9 раза соответственно. Стоит отметить, что по результатам проведенного эпидемиологического анализа Ленинский район города занимает первое ранговое место по уровню первичной заболеваемости ЗНО головного мозга.

По результатам исследования были установлены факторы риска для здоровья населения, которые можно разделить на индивидуальные, связанные с выбором мобильного радиотелефона (марка, год выпуска), индивидуальных мер безопасности при использовании источников ЭМИ (продолжительность мобильных радиопереговоров, использования беспроводной гарнитуры, возраст пользователей); а также популяционные факторы риска, связанные с удельной плотностью расположения передающих радиотехнических объектов, а также расположением жилых помещений на уровне излучающих антенн базовых станций.

ГЛАВА 6. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОЧЕТАННОГО КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ НА СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Приоритетным направлением гигиенической диагностики является суммарная оценка качества среды обитания с учетом одновременного воздействия химических и физических факторов и анализ влияния на развитие приоритетных неинфекционных заболеваний населения. Ранее проведенные исследования по изучению формирования сочетанного риска популяционному здоровью (Боев В.М., Дунаев В.Н., 2006г.) установили высокую приоритетность качества воздушной среды, продуктов питания и шума на развитие неканцерогенных эффектов для здоровья населения. С учетом установленной высокой тенденции роста заболеваемости ЗНО у населения на исследуемой территории актуальным является оценка сочетанного канцерогенного риска здоровью населения для установления приоритетных направлений первичной профилактики. На данном этапе исследования для подтверждения полученных результатов в предыдущих главах и приоритизации мероприятий первичной профилактики онкопатологии проведен математический анализ с построением модели множественной регрессии для сценарий изолированного и сочетанного действия факторов.

6.1. Сравнительная характеристика канцерогенного риска при сочетанном воздействии внешнесредовых химических и физических факторов на территориях промышленного города

На основании результатов, полученных в предыдущих главах исследования, проведена сравнительная территориальная оценка уровней многофакторной антропогенной нагрузки, формируемой при одновременном воздействии химического фактора и ЭМП РЧ от базовых станций и мобильных средств связи.

Проведен расчет сочетанных рисков формирования злокачественных новообразований для населения административных районов города (Рисунок 6.1.1). Сочетанный канцерогенный риск здоровью населения оценивался как однонаправленное действие химических и физических факторов онкогенной природы.

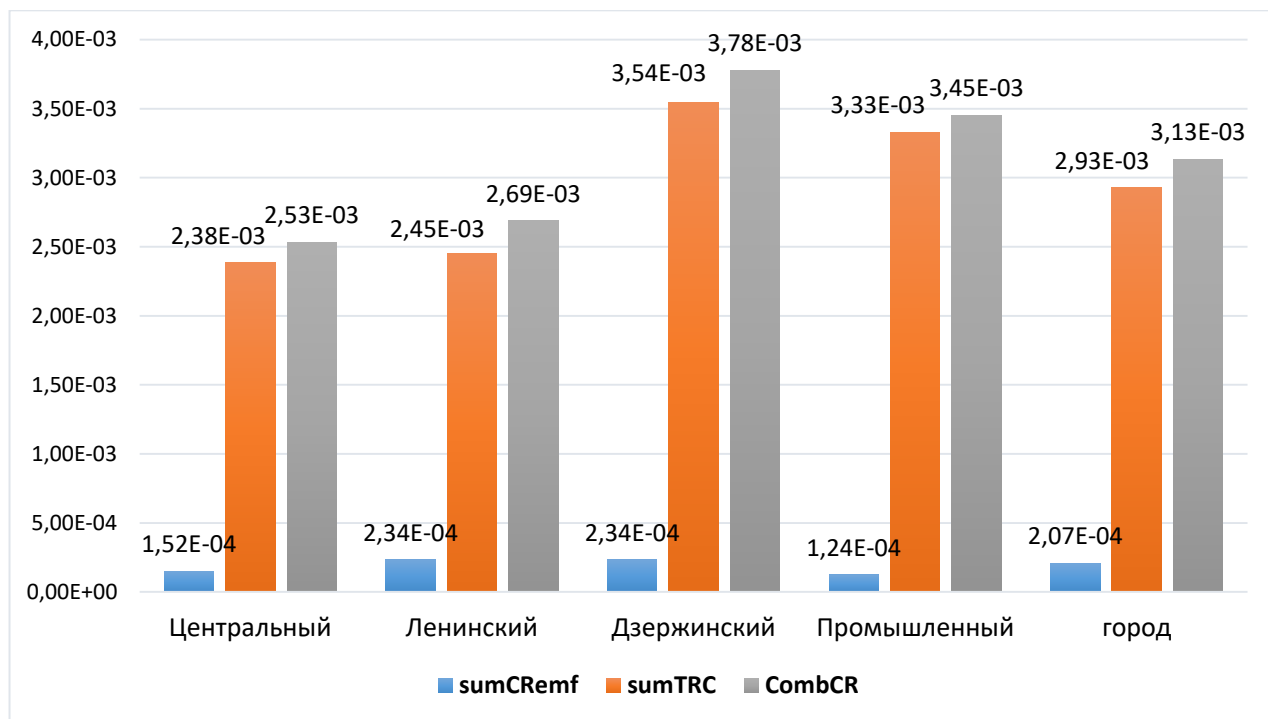


Рисунок 6.1.1 – сравнительная характеристика уровней сочетанного канцерогенного риска (CombCR), канцерогенного риска при воздействии химического фактора (sumTRC) и ЭМП РЧ (sumCRemf) в административных районах города

Сочетанный канцерогенный риск, формируемый химическими факторами и электромагнитными полями радиочастотного диапазона, в среднем по городу составляет CombCR $3,13E-03$, и оценивается как неприемлемый. Высокий уровень риска CombCR демонстрирует Дзержинский район ($3,78E-03$), на втором месте – Промышленный ($3,45E-03$), на третьем – Ленинский ($2,69E-03$), на четвертом – Центральный ($2,53E-03$) районы. При этом уровень риска в Дзержинском районе превышает аналогичный показатель в Центральном районе в 1,5 раза.

Рассчитанные уровни популяционного риска в районах города представлены в Таблице 6.1.1, из которой видно, что при сочетанном воздействии внешнесредовых факторов формируется риск здоровью населения, реализуемый в

виде 1743 дополнительных случаев заболеваний ЗНО у населения в целом по городу.

Таблица 6.1.1 – Популяционный канцерогенный риск здоровью населения при воздействии химического фактора и электромагнитных полей радиочастотного диапазона

Территория	PCR (Химический фактор)	PCR (ЭМП)	PCR (Сочетанный риск)
Центральный	234	15	249
Ленинский	445	42	487
Дзержинский	562	37	599
Промышленный	393	15	408
Город	1628	115	1743

Анализ структуры сочетанного риска выявил территориальные различия по административным районам города. Характеристика структуры канцерогенного риска при сочетанном действии факторов в административных районах города представлена на Рисунках 6.1.2-6.1.5.

Анализ структуры сочетанного канцерогенного риска здоровью населения Центрального района установил, что первое место по вкладу в суммарный риск вносит атмосферный воздух (81,86%), второе – питьевая вода (9,58%), третье – ЭМП (5,98%), четвертое – пищевые продукты (2,58%), пятое – почва (0,0009%).

В Ленинском районе первое место по вкладу в суммарный риск вносит атмосферный воздух (80,58%), второе место – ЭМП (8,71%), третье – питьевая вода (8,28%), четвертое – пищевые продукты (2,43%), пятое – почва (0,0011%).

В Дзержинском районе первое место по вкладу в суммарный риск вносит атмосферный воздух (88,9%), второе место – ЭМП (6,2%), третье – питьевая вода (3,15%), четвертое – пищевые продукты (1,73%), пятое – почва (0,0008%).

В Промышленном районе первое место по вкладу в сочетанный канцерогенный риск вносит атмосферный воздух (89,02%), второе – питьевая вода

(5,49%), третье – ЭМП (3,59%), четвертое – пищевые продукты (1,9%), пятое – почва (0,0007%).

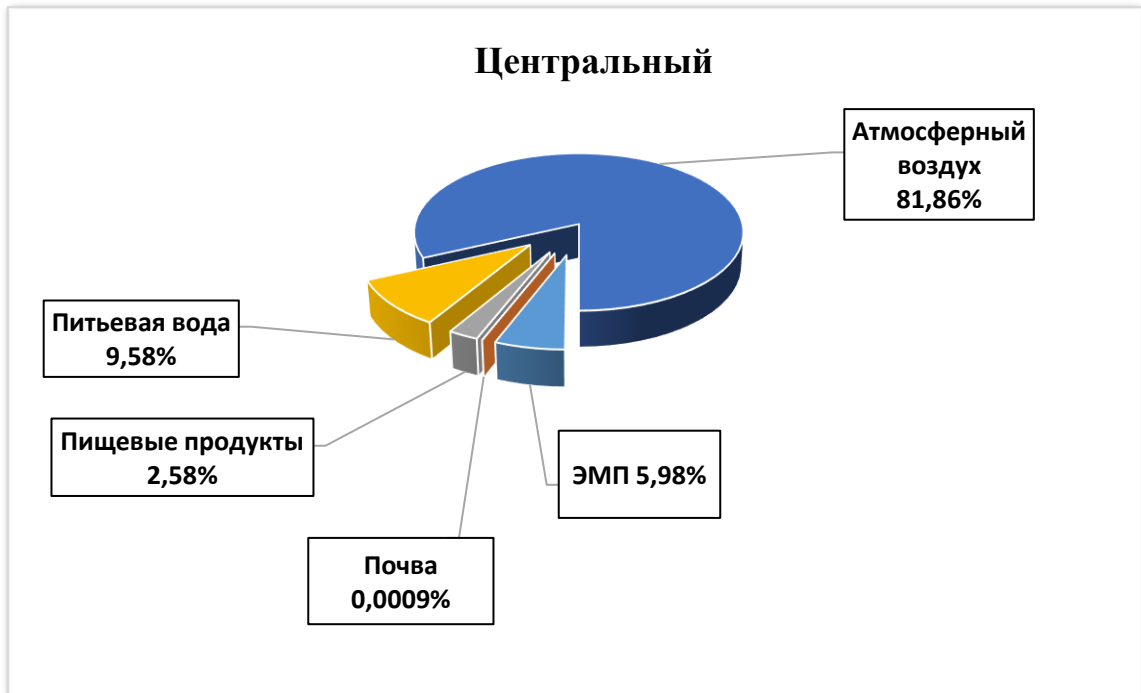


Рисунок 6.1.2 – Структура канцерогенного риска здоровью населения Центрального района

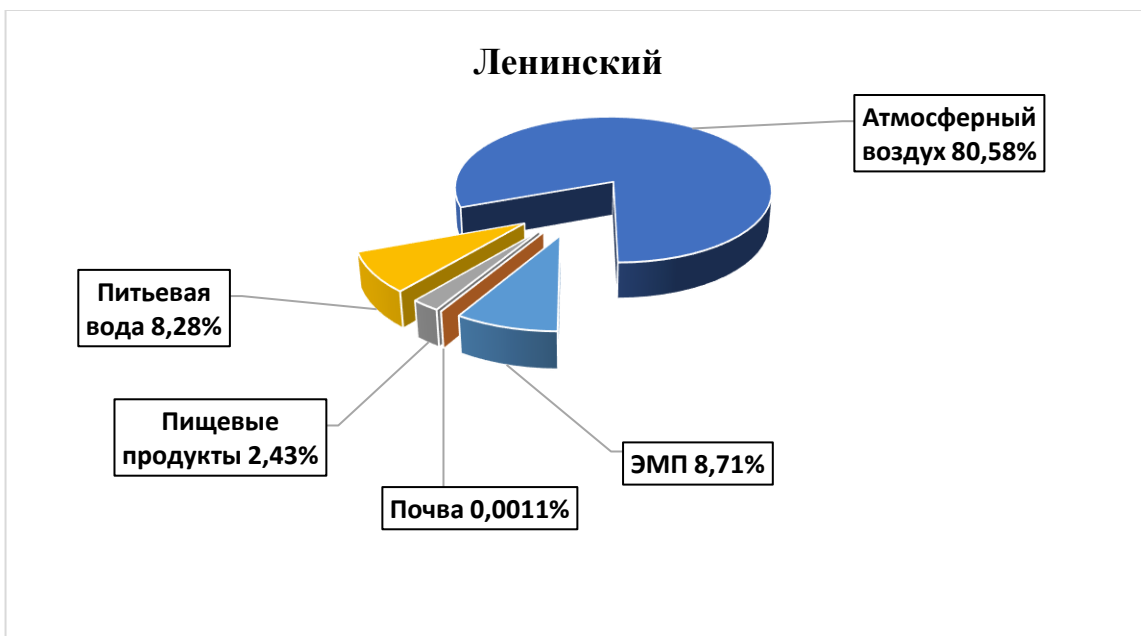


Рисунок 6.1.3 – Структура канцерогенного риска здоровью населения Ленинского района

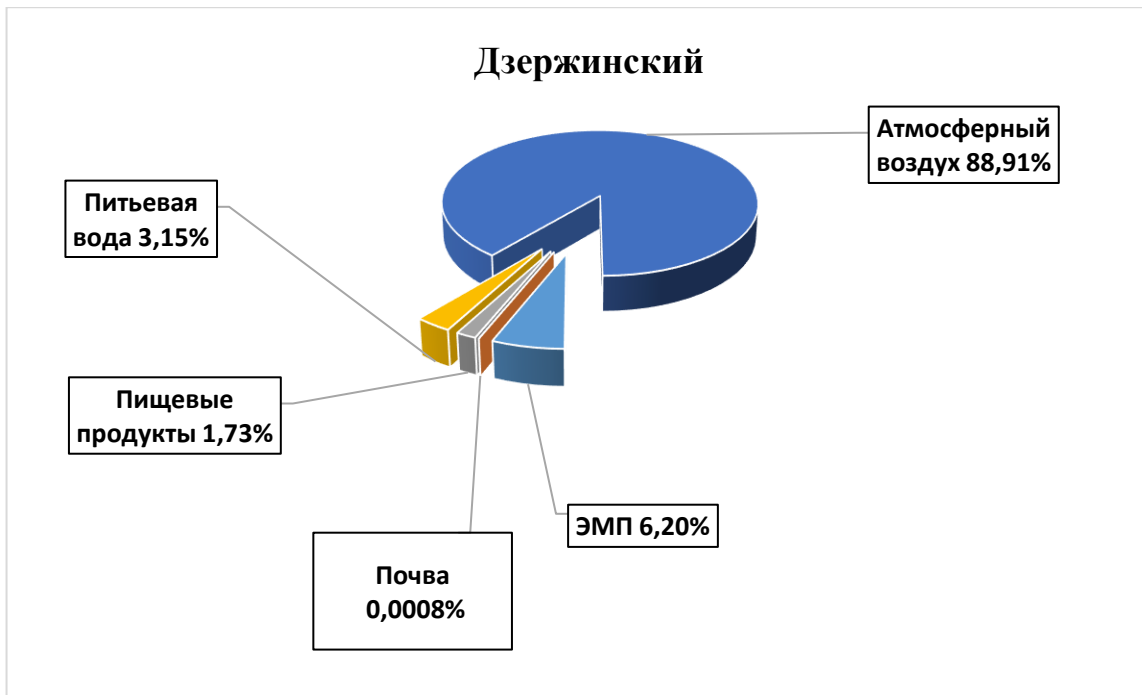


Рисунок 6.1.4 – Структура канцерогенного риска здоровью населения Дзержинского района

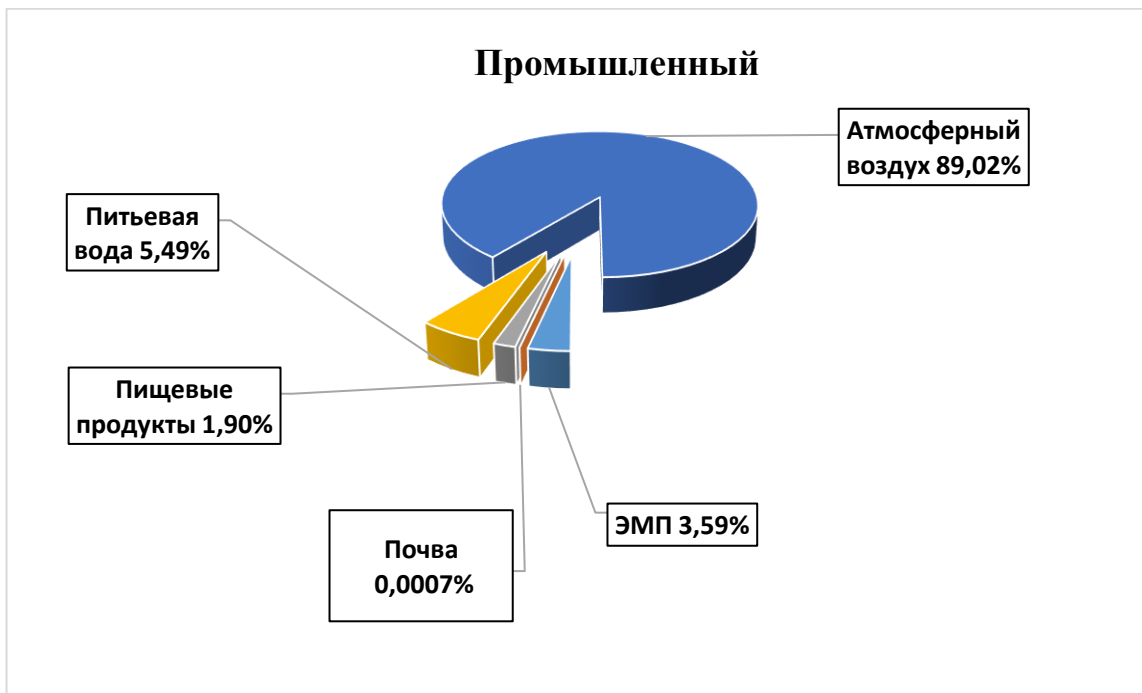


Рисунок 6.1.5 – Структура канцерогенного риска здоровью населения Промышленного района

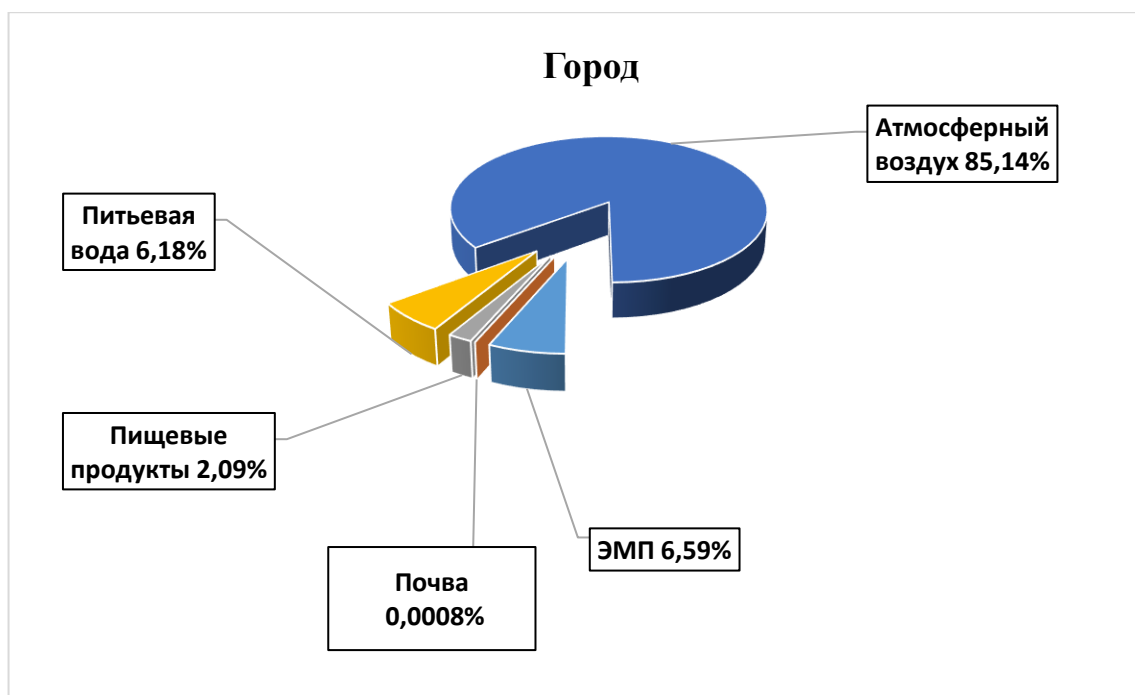


Рисунок 6.1.5 – Структура канцерогенного риска здоровью населения города

Сравнительный анализ величины вклада отдельных факторов в формирование онкологической заболеваемости населения в административных районах города (Рисунок 6.1.6) установил, что канцерогенный риск от загрязнителей атмосферного воздуха в общей структуре суммарного риска имеет наибольшую величину вклада в Промышленном районе города (89,02%).

В Центральном районе города величина вклада канцерогенного риска от загрязнителей питьевой воды превышает аналогичный показатель в Дзержинском районе города в 3 раза, в Промышленном – в 1,7 раза.

Канцерогенный риск при воздействии ЭМП в Ленинском и Дзержинском районах занимает второе ранговое место в общей структуре сочетанного риска, в Центральном и Промышленном – третье место. При этом наибольший вклад данного фактора отмечен в Ленинском районе города (8,71%), который превышает аналогичный показатель в Дзержинском и Центральном районе в 1,5 раза, в Промышленном – в 2,4 раза.

Таким образом, результаты, полученные при гигиенической оценке качества среды обитания и оценке сочетанного канцерогенного риска, в целом верифицируют особенности формирования заболеваемости злокачественными

новообразования на исследуемой территории, выявленными в ходе ретроспективного эпидемиологического анализа.

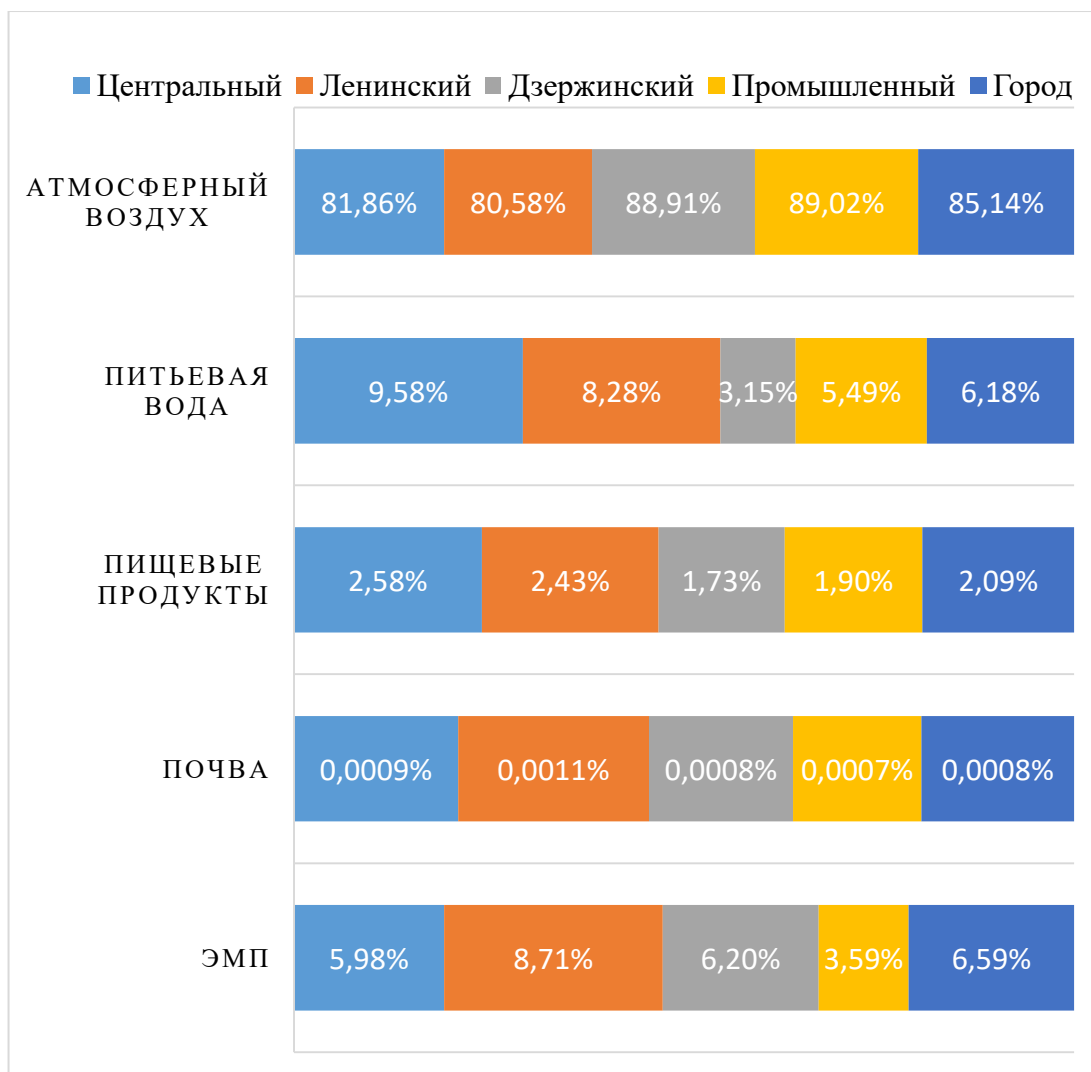


Рисунок 6.1.6 – Сравнительная характеристика вклада факторов среды обитания в формирование канцерогенного риска в административных районах города

Анализ заболеваемости населения Центрального района города показал достоверно более низкий уровень по сравнению с другими районами, что верифицирует установленные достоверно более низкие уровни антропогенной нагрузки по ряду химических веществ и уровню электромагнитных полей от базовых станций.

Дзержинский район города по уровню заболеваемости ЗНО занимает второе ранговое место, по ряду нозологических форм заболеваемость достоверно выше, чем в других районах. Гигиеническая оценка уровней воздействия факторов

химической и физической природы установила наиболее высокий уровень сочетанного риска по сравнению с другими территориями.

Ленинский и Дзержинский районы характеризуются наибольшим уровнем заболеваемости по локализации «Головной мозг и другие отделы нервной системы», высокой плотностью размещения базовых станций (по сравнению с Центральным районом), при этом на этапе гигиенической оценки электромагнитной нагрузки для данных районов установлены наибольшие уровни канцерогенных рисков при воздействии ЭМП от систем сотовой связи, что подтверждает адекватность полученных результатов исследования.

6.2. Моделирование и прогноз заболеваемости злокачественными новообразованиями в условиях сочетанного воздействия факторов среды обитания

Углубленный эпидемиологический анализ онкологической заболеваемости в крупном областном центре, гигиеническая оценка многолетних мониторинговых исследований содержания канцерогенов в среде обитания, анализ собственных исследований электромагнитной нагрузки, создаваемой передающими средствами мобильной сотовой связи позволили определить приоритетные прогностические критерии формирования прогноза и моделирования изучаемой заболеваемости на территории. Метод множественной корреляции с регрессионным анализом относится к одному из видов многомерной процедуры, позволяющий использовать полученные данные для решения проблемы первичной профилактики изучаемой заболеваемости на региональном уровне.

Полученные данные исследования позволили разработать три модели прогноза заболеваемости ЗНО: при действии химического фактора, при изолированном действии факторов, определяющих электромагнитную нагрузку и при сочетанном воздействии химического и физического факторов.

Уравнение множественной регрессии, описывающее прогноз изучаемой заболеваемости при воздействии химического фактора имеет следующий вид:

$$Y = 588,9 - 15040,6 * X_1 - 3340 * X_2 - 2328,8 * X_3 + 68,1 * X_4 + 892,8 * X_5 + 231,5 * X_6,$$

где Y – первичная онкозаболеваемость;

X_1 – формальдегид (атмосферный воздух);

X_2 – мышьяк (продукты питания);

X_3 – бенз[а]пирен (почва);

X_4 – сажа (атмосферный воздух);

X_5 – бромдихлорметан (питьевая вода);

X_6 – свинец (атмосферный воздух)

$$R^2=0,83$$

$$p < 0,0001$$

Модель прогноза заболеваемости ЗНО в зависимости от химического фактора описывает 83% случаев заболеваемости.

Уравнение множественной регрессии, описывающее прогноз изучаемой заболеваемости при воздействии факторов электромагнитной нагрузки имеет следующий вид:

$$Y = 489,05 - 30,3 * X_1 + 19,03 * X_2,$$

где Y – первичная онкозаболеваемость;

X_1 – Средняя индивидуальная ЭН;

X_2 – удельная плотность базовых станций;

$$R^2=0,27$$

$$p < 0,0001$$

Модель прогноза заболеваемости ЗНО в зависимости от факторов электромагнитной нагрузки описывает 27% случаев заболеваемости.

На основе данных исследования была получена модель прогноза первичной онкозаболеваемости населения при сочетанном воздействии химического и физического факторов, в которую вошли следующие переменные:

Y – первичная онкозаболеваемость;

X_1 – формальдегид (атмосферный воздух);

X_2 – время ведения радиопереговоров;

X_3 – удельная плотность базовых станций;

X_4 – бромдихлорметан (питьевая вода);

X_5 – сажа (атмосферный воздух);

X_6 – мышьяк (продукты питания);

X_7 – бенз[а]пирен (почва);

X_8 – свинец (почва, подвижная форма);

X_9 – свинец (атмосферный воздух)

Получена регрессионная модель, демонстрирующая зависимость показателя первичной онкозаболеваемости от загрязнения изучаемых объектов среды обитания на территории наблюдения и электромагнитной нагрузки. Установленные закономерности формирования заболеваемости отражают влияние химического (2 показателя загрязнения атмосферного воздуха, 1 – питьевой воды, 1 – почвы, 1 – продуктов питания) и физического фактора (2 показателя).

Модель имеет следующий вид:

$$Y = 280,3 - 11286,6 * X_1 + 461,4 * X_2 + 190,5 * X_3 + 13083,4 * X_4 - 892,8 * X_5 - 15215,9 * X_6 - 2128,9 * X_7 - 7,7 * X_8 + 231,5 * X_9.$$

$$R^2=0,96$$

$$p < 0,0001$$

Полученное уравнение множественной регрессии объясняет 96 % всей дисперсии признака «первичная заболеваемость ЗНО». Таким образом, коэффициент детерминации модели прогноза заболеваемости при сочетанном действии факторов (0,96) наибольший по сравнению с аналогичным показателем в моделях с изолированным действием факторов (0,83 при учете только химического фактора и 0,27 – физического фактора).

Математическое моделирование уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями крупного промышленного города позволило выделить детерминированные факторы, среди которых показатели загрязнения атмосферного воздуха (формальдегид, сажа), питьевой воды (бромдихлорметан), продуктов питания (мышьяк), почвы (бенз[а]пирен), а также электромагнитный

компонент антропогенной нагрузки – время ведения радиопереговоров и удельная плотность базовых станций сотовой связи.

Таким образом, полученные уровни связей и закономерности формирования заболеваемости позволяют сделать вывод о приоритетности учета комплекса факторов, детерминирующих негативные последствия для здоровья населения, а их количественная оценка и направление позволяет научно обосновать комплекс медико-профилактических мероприятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первичная профилактика социально-значимых заболеваний является приоритетным направлением развития системы здравоохранения любого государства. Состояние здоровья населения является результатом воздействия целого ряда факторов, среди которых эколого-гигиеническое состояние среды обитания приобретает приоритетное значение наряду с факторами образа жизни. Вместе с тем современные условия жизни, технологический процесс, наращивание объемов производства существенно меняют качество среды обитания населения.

Рост антропогенной нагрузки на урбанизированных территориях обуславливает высокую тенденцию к росту экологозависимых заболеваний, в том числе злокачественных новообразований.

Увеличение так называемого «экологического» стресса обусловлено многофакторным воздействием среды обитания. Не смотря на многочисленные исследования химического фактора среды обитания, в современных условиях динамично меняется количественный и качественный уровень воздействия за счет появления новых источников загрязнения, увеличения вклада передвижных источников, изменения рангового порядка приоритетных загрязнителей. Физический фактор, в частности электромагнитные поля техногенного происхождения, ввиду масштабности распространения, становится все более неуправляемым, а отсутствие достаточных данных о механизме биологического действия на организм, еще более усугубляет ситуацию объективной оценки риска для здоровья населения.

Действующие нормативные документы санитарного законодательства учитывают только изолированное действие факторов различной природы на развитие негативных эффектов со стороны здоровья населения, тогда как в реальных условиях оказывает влияние целая совокупность факторов среды обитания и образа жизни. Сведения отечественных и зарубежных исследований

подтверждают наличие взаимоотягощающего эффекта при действии канцерогенных факторов физической и химической природы, что определяет актуальность вопроса разработки новых научно-методических подходов к оценке сочетанного воздействия химического загрязнения и электромагнитной нагрузки на формирование онкологических заболеваний населения, что определило цель и задачи исследования.

На сегодняшний день важным является поиск новых подходов к оценке комплексного воздействия среды, компоненты которой способны отягощать действие друг друга. Авторами данного исследования применен подход оценки сочетанного риска на основе утвержденных и общепризнанных методик оценки риска здоровья.

В научном исследовании представлены результаты анализа формирования сочетанного канцерогенного риска при многосредовом и многомаршрутном поступлении химических веществ объектов среды обитания и электромагнитным загрязнении, формируемом системами сотовой связи. Результаты исследования канцерогенной нагрузки и оценки первичной онкозаболеваемости населения позволили выделить приоритетные территории с высоким уровнем риска и опасности формирования онкологической патологии у населения.

Целью исследования явилась гигиеническая оценка сочетанного канцерогенного риска здоровью и особенностей формирования онкологической заболеваемости у населения, ассоциированных с электромагнитными полями радиочастотного диапазона и внешнесредовыми химическими факторами промышленного города.

На первом этапе исследования проведен ретроспективный эпидемиологический анализ первичной заболеваемости ЗНО населения в разрезе административных территорий города. Динамический анализ статистических данных установил тенденции роста уровня заболеваемости, при этом показатели первичной заболеваемости на исследуемой территории превышают таковые по Приволжскому Федеральному округу и Российской Федерации.

Приоритетными территориями риска по уровню первичной онкологической заболеваемости являются Ленинский и Дзержинский районы города, показатели заболеваемости в которых превышают таковые в Центральном районе в 1,4 и 1,2 раза соответственно ($p < 0,05$). Заболеваемость в Промышленном районе достоверно выше, чем в Центральном районе ($p < 0,01$).

Установлено, что в возрастной категории населения до 30 лет в структуре заболеваемости ЗНО первые ранговые места занимают ЗНО кроветворной и лимфатической ткани (31,2%), ЗНО головного мозга и других отделов нервной системы (9,4%), ЗНО шейки матки (8,7%). Тогда как в возрастной группе от 30 до 59 лет значительную долю в структуре онкозаболеваемости занимают ЗНО молочной железы (15%), кожи с меланомой (11%), а также трахеи, бронхов и легких (10,8%). В возрастной категории от 60 лет и старше приоритетными локализациями злокачественных новообразований являются трахеи, бронхи и легкие, предстательная железа, кожа, молочная железа, ободочная кишка.

При сравнительном внутритерриториальном анализе структуры заболеваемости ЗНО установлены достоверные ($p \leq 0,05$) более высокие показатели заболеваемости в Ленинском районе по следующим локализациям – трахея, бронхи, легкое; молочная железа; меланома; полость рта; кожа; предстательная железа; лимфатическая и кроветворная ткань; прямая кишка; соединительная и другие мягкие ткани.

Необходимо отметить, что во всех районах города за изучаемый период отмечена тенденция к росту заболеваемости ЗНО головного мозга, при этом наиболее высокие уровни установлены в Ленинском и Дзержинском районах города ($p > 0,05$).

Комплексная гигиеническая оценка антропогенной химической нагрузки на территории административных районов города включала анализ качества объектов среды обитания – атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и пищевых продуктов. Уровни суммарных канцерогенных рисков при многокомпонентном воздействии среды обитания во всех районах города превышают верхнюю границу приемлемого риска. Сложившаяся антропогенная нагрузка детерминирует 1628

дополнительных случаев онкозаболеваний. Дзержинский район города демонстрирует самый высокий показатель риска здоровью населения при воздействии химических канцерогенов. (превышение по отношению к sumTRC по городу в 1,21 раза), на втором месте – Промышленный район города (превышение по отношению к sumTRC по городу в 1,14 раза).

При сравнительной оценке структуры суммарного канцерогенного риска установлено, что наибольший вклад загрязнителей атмосферного воздуха в sumTRC отмечено в Дзержинском районе города, питьевой воды, почвы и пищевых продуктов – в Центральном районе.

В атмосферном воздухе с учетом вклада в показатели суммарного канцерогенного риска приоритетными канцерогенами являются мышьяк, шестивалентный хром, бензол, формальдегид, в питьевой воде - мышьяк, хром (VI), бериллий, дибромхлорметан, в почве - хром (VI), свинец, кадмий, в продуктах питания – кадмий, мышьяк.

По результатам проведенного анализа причинно-следственных закономерностей в системе «здоровье-среда» для Ленинского района установлены маркерные показатели негативного влияния на здоровье населения с высокой силой связи ($R > 0,7$) - хром, дибромхлорметан в питьевой воде, никель и свинец в почве, при этом величина вклада загрязнителей питьевой воды превышает в 3 раза данный показатель в Дзержинском районе. В Дзержинском районе прогностическим критерием явился формальдегид в атмосферном воздухе ($R > 0,7$), в Центральном районе - формальдегид, свинец и мышьяк в атмосферном воздухе, никель в почве ($R > 0,7$), в Промышленном – кобальт в атмосферном воздухе ($R > 0,7$).

Анализ полученных данных показал, что наиболее благоприятная ситуация по формируемой электромагнитной нагрузке складывается на территории Центрального района. Инструментальный контроль установил, что в Ленинском районе города наблюдается наиболее неблагоприятный электромагнитный фон с достоверно более высокими уровнями ЭМП, чем в среднем по городу ($p \leq 0,05$).

Территория данного района характеризуется высокой плотностью застройки, что создает условия для наложения электромагнитных полей между зданиями.

Анализ уровней ЭМП радиочастотного диапазона в жилых зданиях свидетельствует о том, что наибольшая электромагнитная нагрузка формируется на этажах, расположенных на уровне направления главного излучения (или приема) антенн, то есть на уровнях 3-5 и 6-9 этажах зданий.

Суммарный канцерогенный риск при воздействии ЭМИ от систем сотовой связи оценивается как низкий, при этом в Ленинском и Дзержинском районе он превышает аналогичные показатели в Центральном и Промышленном районе в 1,5 и 1,9 раза соответственно. По результатам исследования были установлены индивидуальные и популяционные факторы риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей от систем сотовой связи.

Проведенный корреляционный анализ между уровнем онкологической заболеваемости и параметрами, характеризующими электромагнитную нагрузку на население, установил статистически достоверные ($p < 0,05$) высокие показатели силы связи ($R > 0,7$) во всех административных районах, кроме Промышленного.

Сочетанный канцерогенный риск, формируемый химическими факторами и электромагнитными полями радиочастотного диапазона, в среднем по городу составляет $CombCR\ 3,13E-03$, и оценивается как неприемлемый. По уровню $CombCR$ первое ранговое место занимает Дзержинский ($3,78E-03$), второе – Промышленный ($3,45E-03$), третье – Ленинский ($2,69E-03$), четвертое – Центральный ($2,53E-03$) район.

В структуре сочетанного канцерогенного риска по городу вклад от воздействия атмосферного воздуха составляет 85,14%, ЭМИ – 6,59%, питьевая вода – 6,18%, пищевые продукты – 2,09%, почва – 0,0008%.

Таким образом, результаты, полученные при гигиенической оценке качества среды обитания и оценке сочетанного канцерогенного риска, в целом соотносятся с общими закономерностями формирования заболеваемости злокачественными новообразования на исследуемой территории, выявленными в ходе ретроспективного эпидемиологического анализа.

Примененные методы математического моделирования анализа причинно-следственных связей развития негативных эффектов с факторами экспозиции верифицируют результаты, полученные в ходе настоящего исследования. Выделены детерминированные факторы формирования онкозаболеваемости для населения данной территории, среди которых показатели загрязнения атмосферного воздуха (формальдегид, сажа), питьевой воды (бромдихлорметан), продуктов питания (мышьяк), почвы (бенз[а]пирен), а также электромагнитный компонент антропогенной нагрузки – время ведения радиопереговоров и удельная плотность базовых станций сотовой связи.

Полученные результаты исследования позволяют научно обосновать комплекс медико-профилактических мероприятий, направленных на снижение совокупного риска формирования заболеваемости злокачественными новообразованиями для населения крупного промышленного города.

ВЫВОДЫ

1. Среднемноголетний показатель первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями по г. Оренбургу составляет 446,8 на 100 тысяч населения за 2005-2018 гг., что на 6% и 16% выше показателей по области и Российской Федерации соответственно. В многолетней динамике заболеваемости за 10-летний период установлена тенденция к росту показателей ($T_{пр.} = 1,8 \%$; $p < 0,05$) с достоверно наиболее высокими уровнями заболеваемости в Ленинском ($503,4 \pm 11,3$) и Дзержинском ($449,7 \pm 14,4$) районах ($p < 0,05$).

2. Суммарный канцерогенный риск для здоровья населения при многосредовой экспозиции химических веществ в среднем по городу составляет $\text{sumTCR } 2,93\text{E-}03$, и оценивается как неприемлемый с наибольшими показателями в Дзержинском ($3,54\text{E-}03$) и Промышленном ($3,33\text{E-}03$) районах. Приоритетными канцерогенными веществами в атмосферном воздухе являются мышьяк, шестивалентный хром, бензол, формальдегид, в питьевой воде - мышьяк, хром (VI), бериллий, дибромхлорметан, в почве - хром (VI), свинец, кадмий, в продуктах питания – кадмий, мышьяк.

3. Суммарный дополнительный канцерогенный риск здоровью населения промышленного города, формируемый электромагнитными полями от базовых станций и персональных средств сотовой связи, составляет $\text{sumCRemf } 2,07\text{E-}04$. Канцерогенный риск от базовых станций $\text{CRemfbs } 1,997\text{E-}04$ достоверно выше риска от персональных средств сотовой связи $\text{CRemfmrt } 6,89\text{E-}06$ ($p \leq 0,05$). По уровню sumCRemf первое ранговое место занимают Ленинский и Дзержинский районы ($\text{sumCRemf } 2,34\text{E-}04$; $p \leq 0,05$), где в структуре суммарного риска 97% приходится на электромагнитные излучения от базовых станций сотовой связи.

4. Суммарный приведенный индекс канцерогенного риска при воздействии электромагнитных полей радиочастотного диапазона (до 300ГГц) в среднем по городу составляет $\text{CR} \tilde{=} 0,00021$, и характеризуется как низкий.

Приоритетными показателями электромагнитной нагрузки на население являются удельная плотность базовых станций, среднее время ведения радиопереговоров, число абонентских устройств на 1000 человек ($p \leq 0,05$).

5. Сочетанный канцерогенный риск, формируемый химическими факторами и электромагнитными полями радиочастотного диапазона, в среднем по городу составляет $\text{CombCR } 3,13\text{E-}03$, и оценивается как неприемлемый. По уровню CombCR первые ранговые места занимают Дзержинский ($3,78\text{E-}03$) и Промышленный ($3,45\text{E-}03$) районы. В структуре сочетанного канцерогенного риска по городу вклад от воздействия атмосферного воздуха составляет 85,14%, ЭМИ – 6,59%, питьевая вода – 6,18%, пищевые продукты – 2,09%, почва – 0,0008%.

6. Идентификация и параметризация зависимостей в системе «канцерогенные химические и физические факторы среды обитания – первичная онкологическая заболеваемость» позволили установить приоритетные факторы риска: показатели загрязнения атмосферного воздуха (формальдегид, сажа), питьевой воды (бромдихлорметан), продуктов питания (мышьяк), почвы (бенз[а]пирен) и показатели электромагнитного воздействия – время ведения радиопереговоров (от сотовых телефонов) и удельная плотность базовых станций сотовой связи.

7. Научно обоснована прогностическая модель первичной онкологической заболеваемости населения при сочетанном действии факторов риска химической и физической природы с коэффициентом детерминации $R^2=0,96$ (в моделях с изолированным действием химического фактора $R^2=0,83$, физического фактора – $R^2=0,27$), что свидетельствует о высокой достоверности установленных зависимостей и приоритетности учета сочетанного воздействия факторов среды обитания промышленного города для принятия управленческих решений.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Полученные результаты исследования позволили сформировать ряд практических рекомендаций:

1. Для органов и организаций Роспотребнадзора:

- в программе социально-гигиенического мониторинга увеличить объем исследований по приоритетным канцерогенным веществам объектов среды обитания;

- в программе социально-гигиенического мониторинга расширить объем инструментальных исследований уровней электромагнитных полей на территориях и точках риска по данному фактору;

- проводить оценку канцерогенного риска здоровью населения с учетом сочетанного действия комплекса факторов химической природы и электромагнитных полей радиочастотного диапазона;

- разработать информационно-просветительские письма и рекомендации для населения с целью минимизации риска для здоровья при воздействии электромагнитного излучения.

2. Для органов государственной власти и местного самоуправления:

- разработка региональных программ доонкологической диагностики и первичной профилактики онкологической заболеваемости с учетом выявленных приоритетных локализаций злокачественных новообразований;

- с учетом возрастающей роли передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха совершенствование схемы автотранспортной сети городской среды, увеличение парка транспорта с электрическим приводом;

- включение в программу производственного контроля ведомственных лабораторий расширенного объема исследований на содержание галогенсодержащих веществ – приоритетных загрязнителей питьевой воды;

- увеличение площади зеленых насаждений вдоль тротуаров и улиц города.

3. Для научных организаций:

- проведение дополнительных экспериментальных и эпидемиологических исследований по сочетанному канцерогенному действию электромагнитных излучений различных частот и химических веществ на междисциплинарном уровне;

- включить в процесс подготовки специалистов медико-биологических специальностей изучение сочетанного действия факторов химической и электромагнитной природы на заболеваемость населения злокачественными новообразованиями.

4. Для населения: рекомендовать минимизировать время пользования персональными сотовыми телефонами группам риска – дети, беременные, лица с заболеваниями органов нервной и эндокринной систем, системы крови и кровообращения; избегать ношения мобильного телефона на теле; использовать беспроводную гарнитуру при разговоре; исключить пользование персональными абонентскими устройствами в автотранспорте, лифтах, цокольных и подвальных этажах зданий; отключать Wi-Fi-источники, когда они не используются.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

С учетом возрастающей роли физических факторов среды обитания, приоритетности учета многофакторного воздействия в системе «среда-здоровье» дальнейшие перспективы медико-гигиенических исследований могут быть направлены на усиление доказательной базы канцерогенного воздействия электромагнитных излучений в экспериментальных и эпидемиологических исследованиях, разработку общепринятой методики оценки сочетанного риска при воздействии факторов различной природы, а также моделирование и прогнозирование неблагоприятных последствий для здоровья с применением современных общенаучных и гигиенических методов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АТ – абонентский терминал

БС – базовая станция

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ГН – гигиенический норматив

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

ЖКТ – желудочно-кишечный тракт

ЗНО – злокачественные новообразования

ИН – индивидуальная нагрузка

КН – коллективная нагрузка

МАИР – Международное агентство по изучению рака

МР – методические рекомендации

МРТ – мобильный радиотелефон

МУК – методические указания

ПДК – предельно допустимая концентрация

ПДКс.с. – среднесуточная предельно-допустимая концентрация

ПДУ – предельно-допустимый уровень

ППЭ – плотность потока энергии

ПРТО – передающий радиотехнический объект

РЧ – радиочастотный

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормы

СГМ – социально-гигиенический мониторинг

ФБУЗ – федеральное бюджетное учреждение здравоохранения

ФГБОУ ВО – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

ЭМИ – электромагнитные излучения

ЭМП – электромагнитное поле

CombCR – Сочетанный канцерогенный риск, формируемый химическими факторами и электромагнитными полями радиочастотного диапазона

CR – канцерогенный риск

C \tilde{R} - приведенный индекс риска

CRemfbs – канцерогенный риск при воздействии ЭМП от базовых станций сотовой связи

CRemfprt – канцерогенный риск при воздействии ЭМП от персональных абонентских устройств сотовой связи

ICR – индивидуальный канцерогенный риск

sumCRemf – суммарный канцерогенный риск при воздействии ЭМП

TCR – суммарный индивидуальный канцерогенный риск при многосредовом поступлении химических веществ

U.S. EPA – Агентство по охране окружающей среды США

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальность оценки многосредового канцерогенного риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду / В.И. Курчанов, Т.Е. Лим, И.А. Воецкий, С.А. Головин // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 7 (268). – С. 8-12.
2. Анализ канцерогенного риска при воздействии факторов окружающей среды на здоровье населения крупного промышленного города и заболеваемость злокачественными новообразованиями / В.М. Боев, Л.В. Зеленина, Д.А. Кряжев [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 6 (279). – С. 4-7.
3. Анализ причинно-следственных связей уровней биологических маркеров экспозиции тяжелых металлов с их персонифицированной дозой нагрузкой в зоне влияния отходов крупного металлургического комбината / С.В. Клейн, С.А. Вековщина, С.Ю. Балашов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (1). – С. 29-35.
4. Андреева, Е.Е. Санитарно-эпидемиологическая оценка качества атмосферного воздуха г. Москвы / Е.Е. Андреева // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4 (16). – С. 31-37.
5. Андреева, Е.Е. Санитарно-эпидемиологическая оценка качества почвы г. Москвы как возможного фактора риска здоровью населения / Е.Е. Андреева // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4 (16). – С. 72-79.
6. Андрюков, Б.Г. Международные программные стратегии комплексного исследования влияния окружающей среды на здоровье / Б.Г. Андрюков // Медицинская экология. – 2015. – № 1(59). – С. 4-14.
7. Анисимов, В.Н. Канцерогенное старение / В.Н. Анисимов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2010. – Т. 50. – № 3. – С. 245-252.

8. Антипанова, Н.А. Экологическая обусловленность онкологической заболеваемости населения центра черной металлургии / Н.А. Антипанова, В.С. Кошкина // Экология человека. – 2007. – № 3. – С. 9-13.
9. Архипова, А. Е. Анализ заболеваемости раком предстательной железы в Ростовской области за 2001–2016 гг.: пространственно-временная статистика / А.Е. Архипова, Е.А. Черногубова // Вестник урологии. – 2017. – № 5 (4). – С. 13-21.
10. Аскарлов, Р.А. Оценка риска здоровью населения горнодобывающего региона при воздействии комплекса химических факторов окружающей среды // Р.А. Аскарлов // Медицинский вестник Башкортостана. – 2011. – Т. 6. – № 1. – С. 20-24.
11. Аутоиммунные процессы после пролонгированного воздействия электромагнитных полей малой интенсивности (результаты эксперимента): Сообщение 1. Мобильная связь и изменение электромагнитной среды обитания населения. Необходимость дополнительного обоснования существующих гигиенических стандартов / Ю.Г. Григорьев, О.А. Григорьев, А.А. Иванов [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2010. – Т. 50. – № 1. – С. 5-11.
12. Бабалян, А.В. Гигиеническая оценка смартфона как нового стандарта мобильного телефона / А.В. Бабалян, Н.И. Вторникова // Метеорологический вестник. – 2017. – Т. 9. – № 2. – С. 25-29.
13. Байкина, И.М. Об отдельных вопросах выдачи санитарно-эпидемиологических заключений на проекты размещения передающих радиотехнических объектов / И.М. Байкина, А.А. Янгирова, И.В. Сандакова // Медицина труда и экология человека. – 2018. – № 1. – С. 24-27.
14. Бернтсон, Ш.Х. Первичные опухоли центральной нервной системы у взрослых пациентов и факторы внешней среды: обзор последних публикаций / Ш. В. Бернтсон // Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE – 2020 и круглым столом по безопасности питания». – Пермь, 2020. – С. 188-193.

15. Бецкий, О.В. Миллиметровые волны и живые системы / О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедева // Наука в России. – 2005. – № 6. – С. 13–19.
16. Биологическое воздействие электромагнитных полей на экипажи судов водного транспорта и возможные пути его снижения / А.А. Абакумов, С.В. Новиков, В.К. Новиков, Н.В. Александрова // Медицина экстремальных ситуаций. – 2017. – № 4. – Т. 62. – С. 75-79.
17. Биологическое действие низкоинтенсивных экологических факторов на организм человека / В.В. Довгуша, М.Н. Тихонов, И.Д. Кудрин [и др.] // Экология промышленного производства. – 1999. – № 1. – С. 3–14.
18. Биотропные эффекты электромагнитных излучений (ЭМИ) / Н. Г. Краюшкина, Л. И. Александрова, В. Л. Загребин [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2014. – № 2. – С. 24-27.
19. Боев, В.М. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования: [Монография] / В. М. Боев, В. Ф. Куксанов, В. В. Быстрых. – М.: Медицина, 2002. – 342 с.
20. Боннер, П. Построение диалога о рисках от электромагнитных полей / П. Боннер, Р. Кемп, Л. Хейфец // Издательство: ВОЗ, 2004. – 79 с.
21. Бутенко, Г.С. Содержание 3,4-бенз(а)пирена в почвах техногенно загрязненных территорий / Г.С. Бутенко, Д.Е. Полонская // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 7. – С. 86-90.
22. Васильев, А.В. Особенности и результаты мониторинга электромагнитных полей в условиях территории Самарской области / А.В. Васильев, В.О. Бухонов, В.А. Васильев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15 – № 3(1). – С. 585-590.
23. Васильев, А.В. Разработка и реализация методик отдельного и комплексного мониторинга физических загрязнений урбанизированных территорий / А.В. Васильев, В.В. Заболотских // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – № 3 (7) – С. 2354-2361.

24. Вишневецкий, В.Ю. К вопросу гигиенической оценки содержания хлорорганических соединений в питьевой воде [Электронный ресурс] / В.Ю. Вишневецкий, В.С. Лидяева // «Инженерный вестник Дона». – 2015. – № 4. – Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/3473.
25. Влияние излучений видеотерминала персонального компьютера на развитие новообразований у мышей / В.Н. Анисимов, Е.И. Муратов, М.А. Забежинский [и др.] // Электромагнитные поля. Биологическое действие и гигиеническое нормирование: Тезисы докладов международного совещания. – Москва, 1998. – С. 43.
26. Влияние излучений мобильного телефона на биоэлектрическую активность мозга при использовании защитных экранов // А.В. Сидоренко, Л.М. Лыньков, Г.И. Овсянкина [и др.] // 6 Съезд по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность), Москва, 25-28 октября, 2010. – Т. 2. – С. 184.
27. Влияние химического загрязнения продуктов питания на здоровье населения Ямало-Ненецкого автономного округа / Д. В. Турчанинов, А. В. Брусенцова, В. В. Харьков, Э. А. Харькова // Экология человека. – 2012. – № 7. – С. 15-18.
28. Влияние электромагнитного излучения сотовой связи на биоэлектрическую активность головного мозга человека / Ш.И. Шафиев, Ф.И. Одинаев, З.Д. Алиева, Ш.Ф. Одинаев // Вестник Авиценны. – 2016. – №3 (68). – С. 66-71.
29. Войчук, С.И. Дрожжи *Saccharomyces Cerevisiae* как модельный организм для исследования канцерогенности неионизирующих электромагнитных полей и излучений / С.И. Войчук // Мікробіол. Журнал. – 2014. – Т. 76. – № 1. – С. 53-61.
30. Воронцова, З.А. Модифицирующие эффекты комбинированных и сочетанных действий / З.А. Воронцова, С.Н. Золотарева, В.И. Дедов // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т. XVII. – № 2. – С. 171-175.
31. Высокочастотные электромагнитные поля и здоровье / М.В. Гудина, А.Г. Карташев, Л.П. Волкотруб, С.Н. Бобраков // «Контроль и реабилитация

- окружающей среды»: материалы IV Международного симпозиума, г. Томск. – 2004. – С. 170-171.
32. Галак, С.С. Гигиеническая оценка электромагнитного излучения, создаваемого базовыми станциями сотовой мобильной связи стандарта DCS-1800 / С.С. Галак, В.Ю. Думанский // Здоровье и окружающая среда. – 2013. – № 22. – С. 21-24.
33. Гапонов, Д.А. Проблемы изучения электромагнитной обстановки в городах России / Д.А. Гапонов, А.Э. Курилова // Естественные и математические науки в современном мире. – 2015. – № 26. – С. 198-206.
34. Гарицкая, М. Ю. Мониторинг электромагнитного загрязнения урбанизированной территории с использованием геоинформационных технологий [Электронный ресурс] / М. Ю. Гарицкая, Я. С. Ивлева, Д. А. Маркин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4(60). – С. 184-186.
35. Гигиеническая оценка влияния химических канцерогенных веществ в атмосферном воздухе на заболеваемость злокачественными новообразованиями кожи / Д.А. Кряжев, В.М. Боев, К.С. Фархутдинова, Д.О. Медем // Альманах молодой науки. – 2016. – № 2. – С. 3-8.
36. Гигиеническая оценка канцерогенной опасности питьевой воды крупного промышленного города / Л.А. Бархатова, И.Л. Карпенко, Л.В. Зеленина [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 3 (240). – С. 18 - 20.
37. Гигиеническая оценка риска воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона / Б.А. Баландович, Н.Ю. Поцелуев, А.А. Красиков [и др.] // Бюллетень медицинской науки. – 2018. – № 4 (12). – С. 3-8.
38. Гигиеническая оценка риска здоровью населения при комбинированном пероральном поступлении тяжелых металлов / В.М. Боев, Е.А. Кряжева, Д.Н. Бегун [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 35-43.
39. Гигиеническая характеристика приоритетных объектов среды обитания и оценка риска, связанного с их воздействием, на примере г. Москвы / Е.Е.

- Андреева, П.З. Шур, А.Р. Клименко, В.А. Фокин / Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 62-72.
40. Гигиеническая характеристика риска влияния качества воды на здоровье населения крупного промышленного центра / Т.К. Валеев, Р.А. Сулейманов, Н.Н. Егорова [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2016. – № 3. – С. 11-17.
41. Гигиеническое обоснование управленческих решений с использованием интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и эпидемиологической безопасности / Ю.А. Рахманин, А.В. Мельцер, А.В. Киселев, Н.В. Ерастова // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (4). – С. 302-305.
42. Гореликова, Е.И. Оценка ингаляционного канцерогенного риска здоровью населения города Комсомольска-на-Амуре от свинцового загрязнения / Е.И. Гореликова, М.В. Гаврилова, И.П. Степанова // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2011. – № I-1(5). – С. 93-102.
43. Горохов, Е.Б. Электромагнитные поля на рабочих местах специалистов компаний сотовой связи // Е.Б. Горохов, А.А. Ляпкало // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2014. – № 1. – С. 175.
44. Графкина, М.В. Риск-анализ электромагнитной безопасности урбанизированных территорий / М.В. Графкина, Е.Ю. Свиридова // Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства. – 2019. – № 2. – С. 11-17.
45. Григорьев, О.А. Гигиенические исследования электромагнитной обстановки на территориях вокруг базовых станций сотовой радиосвязи / О.А. Григорьев, А.В. Меркулов // Бюллетень медицинских Интернет-конференций (ISSN 2224-6150). – 2012. – Том 2. – № 6. – С. 458-460.
46. Григорьев, О.А. Электромагнитная безопасность городского населения: Характеристика современных источников электромагнитного поля и гигиеническая оценка опасности: автореферат дис. ... кандидата биологических

- наук: 14.00.07 / Олег Александрович Григорьев / Ин-т биофизики Минздрава России. – Москва, 2003. – 24 с.
47. Григорьев, О.А. ЭМП сотовых телефонов как возможный канцероген – к оценке риска воздействия / О.А. Григорьев, Ю.Г. Григорьев // Бюллетень медицинских Интернет-конференций (ISSN 2224-6150). – 2012. – Т. 2. – № 6. – С. 461-466.
48. Григорьев, Ю.Г. 30 лет сотовой связи и здоровье населения (существующие реалии, прогноз опасности, рекомендации) / Ю.Г. Григорьев // мат. VII Съезда по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность): тезисы докладов. – Москва: РУДН, 2014. – С. 9.
49. Григорьев, Ю.Г. Базовые станции подвижной радиосвязи и безопасность населения: общая ситуация в России / Ю.Г. Григорьев, О.А. Григорьев, А.В. Меркулов // Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений за 2004–2005: Сборник трудов. М.: Из-во АЛЛАНА, 2006. – 219 с.
50. Григорьев, Ю.Г. Мобильная связь и здоровье населения: оценка опасности, социальные и этические проблемы / Ю.Г. Григорьев, О.А. Григорьев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2011. – Т. 51. – № 3. – С. 357-368.
51. Григорьев, Ю.Г. Принципиально новое электромагнитное загрязнение окружающей среды и отсутствие адекватной нормативной базы – к оценке риска (анализ современных отечественных и зарубежных данных) / Ю.Г. Григорьев // Гигиена и санитария. – 2014. – № 3. – С. 11-16.
52. Григорьев, Ю.Г. Сравнительные оценки опасности ионизирующих и неионизирующих электромагнитных излучений / Ю.Г. Григорьев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2012. – Т. 52. – № 2. – С. 215-218.
53. Григорьев, Ю.Г. Электромагнитные поля базовых станций подвижной радиосвязи и экология. Оценка опасности электромагнитных полей базовых станций для населения и биоэкосистем / Ю.Г. Григорьев, К.А. Григорьев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45. – № 6. – С. 726-731.

54. Григорьев, Ю.И. Влияние качества атмосферного воздуха на здоровье детского населения / Ю.И. Григорьев, Н.В. Ляпина // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. XIX. – № 4. – С. 112-113.
55. Гудина, М.В. Гигиеническое значение электромагнитного фактора современной урбанизированной среды: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.07 / Гудина Маргарина Валентиновна: – Оренбург, 2008. – 24 с.
56. Гутник, В.С. Контроль электромагнитного излучения базовых станций мобильной связи / В.С. Гутник, С.А. Гутник, А.П. Буденный // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – № 10 (52). – С. 32-36.
57. Даутов, Ф.Ф. Факторы окружающей среды и здоровье населения / Ф.Ф. Даутов // Практическая медицина. – 2010. – № 2 (41). – С. 68-72.
58. Денисова, С.А. Сочетанное воздействие низкоинтенсивного электромагнитного излучения терагерцового диапазона и экотоксикантов на биологические объекты: автореферат дис. ... кандидата биологических наук: 03.00.16 / Денисова Светлана Александровна: – Саратов, 2008. – 19 с.
59. Денисова, Т.В. Влияние сочетанного химического и электромагнитного загрязнения на биологические свойства почв юга России / Т.В. Денисова, М.С. Мазанко, С.И. Колесников // мат. VII Съезда по радиационным исследованиям (радиобиология, радиозэкология, радиационная безопасность): тезисы докладов. Москва, 21–24 октября 2014 г. – Москва: РУДН, 2014. – 456 с.
60. Дингес, С.И. Типы конфигураций многостандартных и многодиапазонных базовых станций систем связи с подвижными объектами / С.И. Дингес, А.П. Зенкина // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2009. – С. 82-84.
61. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации 2006/2007/ Под. ред. С.Н. Бобылева, А.Л. Александровой. – М.: Весь мир, 2007. – 144 с.
62. Дунаев, В. Н. Научно-методологические проблемы комплексной оценки риска для здоровья населения / В. Н. Дунаев, Н. Н. Верещагин, В. М. Боев // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – С. 434-436.

63. Дунаев, В.Н. Гигиеническая оценка канцерогенного риска при воздействии электромагнитных излучений на основе корреляционного анализа / В.Н. Дунаев, Н.Н. Верещагин, А.В. Дунаев // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 6 (243). – С. 18-19.
64. Дунаев, В.Н. Гигиеническая оценка риска комплекса антропогенных факторов физической и химической природы для здоровья населения: автореферат дис. ... доктора медицинских наук: 14.00.07 / Дунаев Василий Никандрович – Оренбург, 2006. - 47 с.
65. Дунаев, В.Н. Электромагнитные излучения и риск популяционному здоровью при использовании средств сотовой связи / В.Н. Дунаев // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 56-57.
66. Егорова, Н.А. Гигиеническая оценка продуктов хлорирования питьевой воды с учетом множественности путей поступления в организм / Н.А. Егорова, А.А. Букшук, Г.Н. Красовский // Гигиена и санитария. – 2013. – № 2. – С. 18–24.
67. Ермаков, С.П. Оценка тенденций и общая характеристика показателей глобального бремени болезней российского населения за 1965-2002 гг. : (предвар. результаты) / С. П. Ермаков, А. О. Царьков, В. В. Антонюк ; М-во здравоохранения и соц. развития Рос. Федерации, Центр. науч.-исслед. ин-т орг. и информатизации здравоохранения, Рос. акад. наук, Ин-т соц.-полит. исслед. - М.: ЦНИИОИЗ, 2004 (Изд-во РГТЭУ). - 94 с.
68. Жаворонков, Л.П. Влияние электромагнитных излучений сотовых телефонов на здоровье / Л.П. Жаворонков, В.Г. Петин // Радиация и риск. – 2016. – Т. 25. – № 2. – С. 43-56.
69. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в Кемеровской области / С. А. Мун, С. А. Ларин, А. Н. Глушков [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2008. – № 4. – С. 30-33.
70. Заболеваемость злокачественными новообразованиями как индикатор медико-экологической безопасности территорий (на примере Республики Башкортостан) / Н. Х. Давлетнуров, Е. Г. Степанов, А. С. Жеребцов, Г.Я. Пермина // Медицина труда и экология человека. – 2017. – № 2. – С. 53 - 64.

71. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Донецкой и Кемеровской областей за 1990–2005 гг. / А. Н. Глушков, Г. В. Бондарь, С. А. Мун [и др.] // Новообразование. – 2009. – № 2. – С. 46–50.
72. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения России / Г. В. Петрова, А. Д. Каприн, В. В. Старинский, О. П. Грецова // Онкология. – 2014. – № 5. – С. 5-10.
73. Заболеваемость злокачественными новообразованиями прямой кишки, ректосигмоидного соединения и ободочной кишки и гигиеническая оценка канцерогенных химических веществ, поступающих пероральным путем / В. М. Боев, Е. Л. Борщук, Д. А. Кряжев, Е. К. Савина // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 6 (291). – С. 13-17.
74. Заболеваемость злокачественными новообразованиями у рабочих Кемеровской ТЭЦ / С. А. Ларин, С. А. Мун, А. Н. Глушков [и др.] // Вопросы онкологии. – 2007. – Т. 53. – № 4. – С. 396–399.
75. Заболотских, В. В. Синергетические эффекты при одновременном воздействии физических и химических факторов / В. В. Заболотских, А. В. Васильев, Ю. П. Терещенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 5(2). – С. 290-295.
76. Зайцева, Н. В. Анализ рисков для здоровья населения Российской Федерации, обусловленных загрязнением пищевых продуктов / Н. В. Зайцева // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. – С. 13-23.
77. Зайцева, Н. В. Медико-биологические показатели состояния здоровья населения в условиях комплексного природно-техногенного загрязнения среды обитания / Н. В. Зайцева, И. В. Май, С. Ю. Балашов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11. – № 1 (6). – С. 1144-1148.
78. Зайцева, Н. В. Оптимизация программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха селитебных территорий в системе социально-гигиенического мониторинга на базе пространственного анализа и оценки риска для здоровья населения / Н. В. Зайцева, И. В. Май, С. В. Клейн // Пермский медицинский журнал. – 2010. – № 2. – С. 130-138.

79. Занг, Р. Возможности сетей 3G/4G, проблемы и пути их решения / Р. Занг // Беспроводные технологии. – 2012. – № 2. – С. 60-63.
80. Заридзе, Д. Г. Эпидемиология, механизмы канцерогенеза и профилактика рака / Д. Г. Заридзе // Архив патологии. – 2002. – Т. 64. – № 2. – С. 53-61.
81. Заридзе, Д. Г. Профилактика злокачественных новообразований / Д. Г. Заридзе, Д. М. Максимович // Успехи молекулярной онкологии. – 2017. – Т. 4. – № 2. – С. 8-25.
82. Злокачественные новообразования в России в 2005 году (заболеваемость и смертность) / под ред. Чиссова В. И., Старинского В. В., Г. В. Петровой. – М.: ФГУ «МНИОИ им. П. А. Герцена Росмед-технологий», 2007. – 252 с.
83. Злокачественные новообразования в России в 2010 году (заболеваемость и смертность) / под ред. В. И. Чиссова, В. В. Старинского, Г. В. Петровой. М.: ФГБУ «МНИОИ им. П. А. Герцена» Минздрава России, 2013. – 289 с.
84. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой М.: МНИОИ им. П. А. Герцена филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. – 250 с.
85. Зубрилкин, А. И. Особенности воздействия излучений мобильных радиотелефонов на ЭЭГ человека при использовании hands-free устройств / А. И. Зубрилкин, С. В. Побаченко // Физика окружающей среды: Материалы Всероссийской конференции с международным участием посвященной 50-летию первого полета человека в космос и 75-летию регулярных исследований ионосферы в России. – Томск, 27 июня -1 июля, 2011. – С. 298-301.
86. Иванов, С. В. Влияние качества воды на здоровье населения / С. В. Иванов, Э. Л. Федорова, Э. Э. Темиров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований – 2017. – № 2. – С. 186–189.
87. Иванова, И. Л. Влияние контаминированных продуктов питания на заболеваемость органов пищеварения населения в Приморском крае / И. Л. Иванова, Л. В. Кислицына // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – № 4 (58). – С. 85-88.

- 88.Измеров, Н.Ф. Охрана здоровья работников: гармонизация терминологии, законодательства и практики с международными стандартами / Н.Ф. Измеров, Э.И. Денисов, Т.В. Морозова // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 8. – С. 1-7.
- 89.Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области / Сидоренкова Л.М., Майорова Е.Г., Барсуков В.А., Авчинников А.В. // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2017. – Т. 16. – № 1. – С. 165-172.
- 90.Информационно-аналитическая система оценки рисков здоровью населения в условиях урбанизированных территорий / А.В. Васильев, В.В. Заболотских, И.О. Терещенко, Ю.П. Терещенко // Экология и промышленность России. – 2013. – № 12. – С. 29-31.
- 91.Искаков, А.Ж. Комплексная оценка канцерогенной нагрузки на население г. Актобе / А.Ж. Искаков, В.М. Боев, Б.М. Засорин // Гигиена и санитария. – 2009. – № 3. – С. 52-54.
- 92.Истомин, А.В. Обусловленность рисков здоровью детского населения химической контаминацией пищевых продуктов в регионе / А.В. Истомин, Ю.Ю. Елисеев, Ю.В. Елисеева // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 2 (251). – С. 18-21.
- 93.К оценке уровня электромагнитного поля (300 ГГц – 300 МГц) в крупном промышленном центре на базе 3d-моделирования и инструментальных измерений / И.В. Май, С.Ю. Балашов, С.А. Вековшинин, М.А. Кудря //Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3.– С. 21-28.
- 94.Канищев, С.Н. Оценка аэрогенного канцерогенного риска здоровью населения городов Волгограда и Волжского / С.Н. Канищев, Д.С. Сухоносенко // Экологические системы и приборы. – 2011. – № 7. – С. 3-8.
- 95.Канцерогенный риск для здоровья населения в экологически неблагоприятных городах Свердловской области / А.С. Корнилков, С.В. Кузьмин, Б.А. Кацнельсон [и др.] // Профессиональные канцерогены и рак. – 2008. – № 11 (51). – С. 20-22.

96. Качество и безопасность пищевых продуктов – важнейшая составляющая санитарно-эпидемиологического благополучия населения (обзорная статья) / И.С.Алимбекова, Ж.В. Романова, К.С. Абсатарова [и др.] // Вестник КазНМУ. – 2017. – № 3. – С. 381-383.
97. Киреев, А.А. Оценка аэрогенного риска для здоровья населения при обосновании размеров санитарно-защитных зон промышленных объектов: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 14.02.01 / Киреев Андрей Андреевич; [Место защиты: Оренбург. гос. мед. акад.]. – Оренбург, 2010. – 23 с.
98. Кислицына, Л.В. Гигиеническая оценка содержания контаминантов в продуктах питания по данным социально-гигиенического мониторинга / Л.В. Кислицына // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2013. – № 2-3 (52). – С. 49-53.
99. Клейн, С.В. Гигиеническая оценка канцерогенного риска при воздействии аэрогенного и водного перорального факторов среды обитания для задач социально-гигиенического мониторинга (на примере крупного промышленного центра) / С.В. Клейн, В.С. Евдошенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12. – № 1(8). – С. 1931-1934.
100. Коврижных, Ю.А. Анализ первичной инвалидности среди лиц пенсионного возраста вследствие злокачественных новообразований в г. Москве в период 2012-2018 гг. / Ю.А. Коврижных, Н.А. Запарий, М.В. Коврижных // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 7 (328) – С. 4-7.
101. Козлов, В.М. Сочетанное влияние острого рентгеновского излучения и химических агентов на параметры перекисного окисления липидов в тканях мышцы / В.М. Козлов, В.В. Урнышева, Л.Н. Шишкина // Тезисы докладов V съезда по радиационным исследованиям. – М., 2006. – Т.2. – С. 12.
102. Комплексная система оценки рисков здоровью человека с учётом сочетанного воздействия физических и химических факторов на урбанизированных территориях / А.В. Васильев, В.В. Заболотских, Ю.П. Терещенко, И.О.

- Терещенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17. – № 6 (2). – С. 342-349.
103. Коньшина, Л.Г. Оценка качества питьевой воды и риска для здоровья населения / Л.Г. Коньшина, В.Л. Лежнин // Гигиена и санитария. – 2014. – № 3. – С. 5-10.
104. Кошкина, В.С. Токсическая опасность канцерогенов для здоровья экспонируемого населения центра черной металлургии / В.С. Кошкина, А.Н. Антипанова, Н.Н. Котляр // Профессиональные канцерогены и рак. – 2008. – № 11(51). – С. 53-57.
105. Кряжев, Д.А. Комплексная гигиеническая оценка влияния факторов среды обитания моногородов и сельских поселений на состояние поствакцинального иммунитета: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.02.01 / Кряжев Дмитрий Александрович: – Оренбург, 2015. – 184 с.
106. Кряжева, Е.А. Гигиеническая оценка риска формирования онкологической заболеваемости у населения в условиях многосредовой биоэкспозиции металлами: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / Кряжева Елена Александровна: – Оренбург, 2020. – 24 с.
107. Кучумов, В.В. Актуальность проблемы профилактики злокачественных новообразований для Рязанской области / В.В. Кучумов, А.А. Ляпкало, О.В. Медведева // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2014. – № 1. – С. 72-76.
108. Лебеденко, С.А. Гигиеническая оценка антропогенных факторов и формирование первичной заболеваемости гемобластозами: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / Лебеденко Светлана Александровна: – Оренбург, 2015. – 25 с.
109. Лесцова, Н.А. Роль факторов среды обитания в формировании рисков для здоровья населения при контаминации продуктов питания: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.00.07 / Лесцова Наталья Анатольевна: – Оренбург, 2004. – 149 с.

110. Литвинова, О.С. Безопасность пищевой продукции в Российской Федерации. Ретроспективный анализ, перспективы контроля на основе риск-ориентированного подхода / О.С. Литвинова // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 10 (283). – С. 32-35.
111. Маганова, Н. Б. Оценка степени мутагенной опасности пищевых продуктов / Н. Б. Маганова // Вопросы питания. – 2004. – Т. 73. – № 1. – С. 35-37.
112. Май, И.В. Анализ риска здоровью населения от воздействия выбросов автотранспорта и пути его снижения / И.В. Май, С.В. Клейн // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Том 13. – №1 (8). – С. 1895-1901.
113. Макаров, Д.А. Обеспечение химической безопасности пищевой продукции в Российской Федерации / Д.А. Макаров, А.А. Комаров, Р.Н. Селимов // Контроль качества продукции. – 2017. – № 5. – С. 21–26.
114. Мамчиц, Л.П. Качественная оценка воздействия низкочастотных электромагнитных излучений на донозологический статус студентов / Л. П. Мамчиц, С. В. Климович // Проблемы здоровья и экологии. – 2010. – № 4 (26). – С. 134-137.
115. Манжуров, И. Л. Многофакторная оценка влияния окружающей среды на развитие онкологических заболеваний / И. Л. Манжуров, В. Л. Лежнин // Экология человека. – 2015. – № 1. – С. 3-9.
116. Маслеева, О.В. Исследование влияния электромагнитного поля при обслуживании электрических подстанций / О.В. Маслеева, Р.Ш. Бедретдинов, Н.И. Эрдили // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2018. – № 4 (123). – С. 143-150.
117. Методические аспекты использования методологии оценки риска здоровью населения при воздействии факторов окружающей среды в Украине и России / Н. Г. Щербань, В. В. Мясоедов, Е. А. Шевченко, В.Н. Савченко // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия «Медицина». – № 19 (898) – 2010. – С. 97-103.

118. Методические подходы к зонированию территории крупного промышленного центра по показателям заболеваемости населения в связи с качеством среды обитания / Н. В. Зайцева, И. В. Май, С. В. Клейн [и др.] // Вестник Пермского университета. – 2010. – вып.10. – С. 42-49.
119. Методические подходы к оценке интегрального риска здоровью населения на основе эволюционных математических моделей / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 10. – С. 6-9.
120. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 15-23.
121. Методические принципы гигиенической оценки электромагнитных полей промышленной частоты на рабочих местах персонала электросетевых объектов и их реализация / Н.Б. Рубцова, А.Ю. Токарский, Н.В. Лазаренко, Т.Г. Самусенко // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2006. – № 3 (49). – С. 7-12.
122. Методология оценки рисков здоровью населения урбанизированных территорий / В.В. Заболотских, А.В. Васильев, Ю.П. Терещенко, В.А. Васильев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 5 (2). – С. 284-289.
123. Минина, В.И. Комплексный анализ мутагенных и канцерогенных эффектов загрязнения окружающей среды в популяциях человека / В.И. Минина // Экология человека. – 2011. – № 3. – С. 21-29.
124. Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области [Электронный ресурс]: Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2007- 2017 годах». – Режим доступа: <http://mpr.orb.ru/ecology/129/> (дата обращения: 11.04.2021).
125. Многосредовая оценка канцерогенного риска для здоровья населения промышленно развитых городов Свердловской области / А.С. Корнилков, В.Б.

- Гурвич, Е.А. Кузьмина [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 4 (241). – С. 13-15.
126. Многосредовая оценка риска для здоровья населения города Нижний Тагил – как элемент популяционной гигиенической диагностики экологически обусловленных заболеваний / С.В. Кузьмин, Ю.Я. Бармин, С.А. Чеботарькова, Е.А. Селезнева // Гигиена и эпидемиология. – 2007. – № 11 (39). – С. 105-107.
127. Мовчан, В.Н. О влиянии базовых станций сотовой связи на экологическую ситуацию в крупном городе / В.Н. Мовчан, И.А. Шмаков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 5. – С. 426-428.
128. Моделирование загрязнения атмосферного воздуха на территории Карачаево-Черкесии / Н.С. Дега, В.В. Онищенко, Э.М. Байчорова, У.Б. Узденов // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 7. – С. 64-70.
129. Мониторинг аэрогенной химической нагрузки на селитебных территориях промышленного города / В.М. Боев, И.Л. Карпенко, Л.А. Бархатова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания – 2016. – № 1. – С.11-14.
130. Мониторинг здоровья населения с позиций системного подхода / В.Н. Крутько, А.М. Большаков, Т.М. Смирнова // Труды Института системного анализа Российской академии наук. – 2005. – Т. 3 – С. 30-42.
131. Мониторинг электромагнитных полей территории городского округа Тольятти и оценка их воздействия на здоровье населения / А.В. Васильев, М.А. Школов, Л.А. Перешивайлов, Н.Г. Лифиренко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2008. – Т. 10. – № 2. – С. 642-652.
132. Музаев, И.А. Экологический мониторинг электромагнитного загрязнения территорий г. Каспийска в зоне линий электропередач / И. А. Музаев, Л. В. Музаева // Известия ДГПУ. – 2016 – Т. 10. – № 3. – С. 73-78.
133. Науменко, А. М. Исследование электромагнитного излучения от систем сотовой связи / А. М. Науменко, Г. Л. Автушко, Н. Н. Уласюк // Вестник БНТУ. – 2011. – № 4. – С. 44-47.

134. Неплохов, А.А. Оценка аэрогенного риска здоровью населения при экспозиции химических закрытых помещений и селитебных территорий промышленного города: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.00.07 / Неплохов Андрей Александрович: – Оренбург, 2008. – 92 с.
135. Никитина, В.Н. Актуальные вопросы обеспечения электромагнитной безопасности населения / В.Н. Никитина // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами», под редакцией А.Ю. Поповой. – 2017. – С. 288-291.
136. Новиков, В.А. Влияние электромагнитного излучения беспроводных соединений на морфологию биожидкости человека / В.А. Новиков // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2015. – № 1 (8). – С. 54-59.
137. Новиков, С.М. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ / С.М. Новиков, М.В. Фокин, Т.Н. Унгурияну // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95. – № 8. – С. 711-716.
138. Новичкова, Н.И. Сочетанное воздействие химических и физических факторов на здоровье детского населения / Н.И. Новичкова, Т.В. Попова, Е.И. Почекаева // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами». Под редакцией А.Ю. Поповой. – 2017. – С. 298-301.
139. О влиянии базовых станций сотовой связи на показатели заболеваемости взрослого населения Краснодарского края болезнями VI, VIII, IX и XVII классов / П.В. Нефёдов, О.А. Пчельник, А.Г. Кунделеков [и др.] // Вестник новых медицинских технологий – 2016. – N 1. – С. 212-219.
140. О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74304210/> (дата обращения 12.05.2020).

141. О некоторых проблемах оценки канцерогенного риска при сочетанном действии факторов среды / В. Н. Дунаев, Н. Н. Верещагин, В. М. Боев [и др.] // Материалы пленума «Научно-методологические и законодательные основы совершенствования нормативно-правовой базы профилактического здравоохранения: проблемы и пути их решения». – Москва, 2012. – С. 115-117.
142. О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента Российской Федерации от 06.06.2019 г. № 254 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326419/ (дата обращения 12.05.2021).
143. Обзор подходов к оценке экологического состояния и нормированию качества почв / А.Г. Коновалов, Д.В. Рисник, А.П. Левич, П.В. Фурсова // Биосфера. – 2017. – Т. 9. – № 3. – С. 214-229.
144. Одинцова, И.Н. Эпидемиология злокачественных новообразований в мире / И.Н. Одинцова, Л.Ф. Писарева, А.В. Хряпенок // Сибирский онкологический журнал. – 2015. – № 5. – С. 95-101.
145. Окраинская, И.С. Оценка профессионального риска по фактору «электрическое поле промышленной частоты» / И.С. Окраинская // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2013. – Т.13. – № 2. – С. 32-35.
146. Онищенко, Г.Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 3-10.
147. Онищенко, Г.Г. Влияние факторов внешней среды на здоровье человека / Г.Г. Онищенко // Иммунология. – 2006. – Т. 27. – № 6. – С. 352-356.
148. Онищенко, Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации / Г.Г. Онищенко // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4-14.

149. Основные гигиенические аспекты онкопатологии в Иркутской области / З.А. Зайкова, А.И. Бодрых, Е.Н. Плешевенкова [и др.] // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2009. – №4 (68). – С. 68-71.
150. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Авалиани С.Л., Буштуева К.А., Новиков С.М., Онищенко Г.Г.; под. ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
151. Отдельные аспекты онкологической заболеваемости трудоспособного населения и санитарно-гигиенической паспортизации канцерогеноопасных организаций в Оренбургской области / Т.М. Макарова, Е.Г. Плотникова, С.В. Гаевой, А.В. Обухова // Гигиена труда и медицинская экология. – 2015. – № 3. – С. 128-134.
152. Оценка воздействия канцерогенных загрязнителей окружающей среды в крупном промышленном городе как фактор риска формирования хронического гиперпластического ларингита / В. Д. Осипов, Д. В. Суржиков, А. В. Шелковников, П. В. Климов // Российская оториноларингология. – 2011. – № 5 (54). – С. 113-117.
153. Оценка и снижение стратегических рисков в социальной сфере (на примере риска для здоровья человека) / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, И.Л. Абалкина // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2013. – Т. 3. – № 2 (5). – С. 155-162.
154. Оценка индивидуального канцерогенного риска для здоровья населения г. Томска по данным геохимического состава пылеаэрозольных выпадений / Е.П. Янкович, Н.А. Осипова, Е.Г. Языков, А.В. Таловская // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 2011. – № 5. – С. 67-74.
155. Оценка интенсивности электромагнитного излучения мобильных телефонов, воздействующего на голову человека / Н. И. Вторникова, А. В. Бабалян, А. О. Карелин, В. А. Иванов // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова Т. – 2017. – Т. XXIV. – № 4. – С. 75-81.

156. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения крупного промышленного города / А.С. Ермакова, Н.Н. Рябкова, О.А. Муравьева [и др.] // Здоровье и образование в XXI веке. – 2012. – Т. 14. – № 1. – С. 20-22.
157. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения моногородов и сельских поселений / В.М. Боев, Д.А. Кряжев, Л.М. Тулина [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 57-64.
158. Оценка канцерогенного риска для населения города Улан-Удэ / С.С. Ханхареев, Н.В. Ефимова, В.Р. Моторов [и др.] // Материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ "Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина" Минздрава России. – 2016. – С. 305-308.
159. Оценка качества атмосферного воздуха в городе Оренбурге по официальным информационным данным / Л. А. Бархатова, И. Л. Карпенко, Л. В. Зеленина, Л.М. Тулина // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 10 (259). – С. 13-16.
160. Оценка относительных рисков развития онкологических заболеваний у работников ОАО «Кокс» города Кемерово // С. А. Мун, С. А. Ларин, С. Ф. Зинчук [и др.] // Бюллетень СО РАМН. – 2005. – № 4. – С. 69-72.
161. Оценка риска воздействия на население химических контаминантов в пищевых продуктах и питьевой воде / В.Ю. Ананьев, Н.А. Кайсарова, П.Ф. Кику [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 8. – С. 30-34.
162. Оценка риска здоровью населения горнорудных территорий Башкортостана, связанного с качеством питьевого водоснабжения / Р.А. Сулейманов, А.Б. Бакиров, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4 (16). – С. 64-71.
163. Оценка риска здоровью населения города Уфы, обусловленного атмосферными загрязнениями / Чуенкова Г.А., Карелин А.О., Аскарлов Р.А., Аскарова З.Ф. // Гигиена и санитария. – 2015. – № 3. – С. 24-29.

164. Оценка риска здоровью населения от воздействия атмосферных загрязнений на отдельных территориях города Москвы / А.В. Иваненко, Е.В. Судакова, С.А. Скворцов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (3). – С. 206-211.
165. Пашкевич, М.А. Оценка площадного загрязнения атмосферного воздуха в мегаполисе с использованием геоинформационных систем / М.А. Пашкевич, Т.А. Петрова // Записки Горного института. – 2017. – Т. 228. – С. 738-742.
166. Перекусихин, М. В. Оценка качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, питания населения в системе социально-гигиенического мониторинга и обеспечения здоровья / М.В. Перекусихин, В.В. Васильев // Медицина труда и экология человека. – 2015. – №4. – С. 264-269.
167. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России / С.Л. Авалиани, Л.Е. Беспалько, А.Л. Бобкова, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 33-35.
168. Петин, В.Г. Комбинированное биологическое действие ионизирующих излучений и других вредных факторов окружающей среды (научный обзор) / В.Г. Петин, И.П. Дергачева, Г.П. Жураковская // Радиация и риск. – 2001. – вып.12. – С. 117-134.
169. Плеханова, В.А. Проблема нормирования содержания кадмия в почве / В.А. Плеханова // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2010. – № 2 (5). – С. 55-59.
170. Попова, А.Ю. Анализ риска – стратегическое направление обеспечения безопасности пищевых продуктов / А.Ю. Попова // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. – С. 4-12.
171. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93. – № 6. – С. 5-8.
172. Прогностическая модель онкологической заболеваемости населения в условиях воздействия химических канцерогенов среды обитания // Е. Л.

- Борщук, В.М. Боев, Л. А. Бархатова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 1. – С. 13-16.
173. Профессиональный канцерогенный риск на горнорудных и металлургических предприятиях Заполярья / П.В. Серебряков, О.П. Рушкевич, Л.А. Луценко [и др.] // Профессиональные канцерогены и рак. – 2008. – № 11 (51). – С. 67-71.
174. Прусаков, В.М. Эколого-гигиеническое обоснование путей повышения безопасности пищевых продуктов на основе оценки риска здоровью / В.М. Прусаков, З.К. Шихова, Т.Д. Куликова // Acta Biomedica Scientifica – 2005. – № 8 (46). – С. 44-47.
175. Пчельник, О.А. Электромагнитное излучение мобильных телефонов и риск для здоровья пользователей / О.А. Пчельник, П.В. Нефёдов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10. – С. 1971-1975.
176. Рахимбеков, М.С. Влияние электромагнитных излучений на человека / М.С. Рахимбеков // Гигиена труда и медицинская экология. – 2017. – № 3 (56). – С. 3-11.
177. Рахманин, Ю.А. Отходы как интегральный эколого-гигиенический критерий комплексного воздействия на окружающую среду и здоровье населения / Ю.А. Рахманин, Н.В. Русаков, Н.М. Самутин // Гигиена и санитария. – 2015. – № 6. – С. 5-10.
178. Рахманин, Ю. А. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора / Ю. А. Рахманин, О. Д. Доронина // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – С. 8-13.
179. Рахманин, Ю.А. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины / Ю.А. Рахманин, Р.И. Михайлова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 5-10.
180. Рахманин, Ю.А. Сто лет законодательного регулирования качества питьевой воды. Ретроспектива, современное состояние и перспектива / Ю.А. Рахманин, Г.Н. Красовский, Р.И. Михайлова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 5-18.

- 181.Рахманин, Ю.А. Методологические проблемы диагностики и профилактики заболеваний, связанных с воздействием факторов окружающей среды / Ю. А. Рахманин, Г. И. Румянцев, С. М. Новиков // Гигиена и санитария. – 2003. – № 6. – С. 3-7.
- 182.Рашитов, Л.З. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха канцерогенами и заболеваемость раком легкого населения крупного промышленного города: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / Рашитов Ленар Зулфарович: – Казань, 2013. – 43 с.
- 183.Регулирование качества питьевой воды как фактор снижения риска заболеваемости населения / Р.А. Сулейманов, А.Б. Бакиров, Т.К. Валеев [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2016. – № 2. – С. 14-19.
- 184.Риск воздействия на здоровье населения Приморского края химических контаминантов в продуктах питания / П. Ф. Кику, В. Ю. Ананьев, Л. В. Кислицына [и др.] // Экология человека. – 2017. – № 11. – С. 18-22.
- 185.Риск-ориентированная модель контроля уровней ЭМП базовых станций сотовой связи / Л.А. Луценко, А.В. Тулакин, А.М. Егорова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016.– Том 95. – № 11 – С. 1045-1048.
- 186.Росоловский, А.П. Состояние источников центрального водоснабжения и влияние качества питьевой воды на здоровье населения Новгородской области / А.П. Росоловский // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 1 (274). – С. 8-10.
- 187.Свистунов, А.С. Оценка уровня электромагнитного фона, создаваемого базовыми станциями и абонентскими устройствами сотовых радиосетей в местах с высокой плотностью населения / А.С. Свистунов // Доклады БГУИР. – 2018. – № 6 (116). – С. 26-31.
- 188.Сергеев, А.К. Комплексная оценка риска здоровью населения при воздействии загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городского округа Самара / А.К. Сергеев, В.В. Сучков, В.Н. Анисимов // Смоленский медицинский альманах. – 2016. – № 1. – С. 213-216.

- 189.Серебряков, П.В. Канцерогенные факторы физической природы (краткий обзор данных международного агентства по изучению рака) / П.В. Серебряков // Гигиена труда и медицинская экология. – 2017. – № 3 (56). – С. 53-54.
- 190.Сидоренко, Г.И. Экологически обусловленные болезни: проблемы, пути их решения / Г.И. Сидоренко, Е.Н. Кутепов // Проблемы и методологические аспекты оценки и прогнозирования здоровья населения: Сб. статей. Ангарск. – 1997. – С. 58-60.
- 191.Ситдикова, И.Д. Канцерогенная опасность – анализ, прогноз, управление / И.Д. Ситдикова, М.К. Иванова, Л.Н. Хлебникова / Практическая медицина. – 2011. – № 1 (49). – С. 14-17.
- 192.Современные аспекты комплексной оценки медико-экологической ситуации в мегаполисе (аналитический обзор) / М.Н. Омарова, Л.Ж. Оракбай, Л.Ю. Черепанова, Л.К. Глубоковских // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12. – С. 830-837.
- 193.Содержание свинца, кадмия, мышьяка и селена в морепродуктах / А.А. Шумакова, Н.М. Поварова, Д.М. Резаева, И.В. Гмошинский // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85. – № S2. – С. 40.
- 194.Состояние здоровья электротехнического персонала, подвергающегося сочетанному воздействию электромагнитных полей 50 Гц и химических веществ / М.Н. Русин, Н.Х. Амиров, А.С. Сибгатуллин, В.Н. Краснощекова // Гигиена и санитария. – 2015. – № 3. – С. 52-55.
- 195.Сопоставительный анализ радиационных и химических рисков для здоровья населения Красноярского края / Р.В. Арутюнян, Л.М. Воробьева, С.В. Панченко [и др.] // Радиация и риск. – 2014. – Том 23. – № 1. – С.123-136.
- 196.Состояние и тенденции основных показателей заболеваемости злокачественными новообразованиями в оренбургской области в 2010-е годы / Е.Л. Борщук, Д.Н. Бегун, А.В. Климушкин [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=30281> (дата обращения: 21.06.2021).

197. Состояние питьевого водоснабжения населения Смоленской области / Авчинников А.В., Егоричева С.Д., Родюкова, М.А. Пунина // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2015. – Т. 14. – № 3. – С. 5-8.
198. Состояние, проблемы и перспективы развития онкологической помощи населению Иркутской области / Ушакова И.В., Дворниченко В.В., Чантурия Н.Г., К.Г. Зубринский // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – № 6. – С. 206-210.
199. Сравнительная оценка канцерогенных рисков здоровью населения при многосредовом воздействии химических веществ / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – № 2. – С. 88-92.
200. Стрекаловская, А.Д. Модели оценки и прогнозирования экологических факторов, обуславливающих онкозаболеваемость и онкосмертность населения / А.Д. Стрекаловская // Вестник ОГУ. – 2006. – Т.2. – № 2. – С. 30-34.
201. Суворов, Н.Б. Некоторые проблемные вопросы электромагнитной экологии человека / Н.Б. Суворов // Биотехносфера. – 2009. – № 5. – С. 38-44.
202. Сулейманов, Р.А. Основные результаты и перспективы научных исследований по проблемам гигиены окружающей среды в республике Башкортостан / Р.А. Сулейманов, Н.Р. Рахматуллин, Т.К. Валеев // Гигиена труда и медицинская экология. – 2015. – № 3. – С. 213-217.
203. Сучков, В.В. Оценка риска здоровью населения Самары и Новокуйбышевска от загрязнения атмосферного воздуха / В.В. Сучков, Е.А. Семаева // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (8). – С. 729-733.
204. Текшева, Л.М. Гигиеническая классификация мобильных телефонов / Л.М. Текшева // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 1(262). – С. 11-13.
205. Тихонов, М.Н. Механизм влияния естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность жизнедеятельности / М.Н. Тихонов, В.В. Довгуша, Л.В. Довгуша // Анализ риска здоровью. – 2011. – № 4. – С. 24-32.

206. Тихонов, М.Н. Электромагнитная безопасность: взгляд в будущее // Проблемы комплексной защиты организма пользователей при эксплуатации компьютерной техники. – М.: ВИНТИ РАН, 2005. – № 3. – С. 9-47.
207. Трансформация техногенных выбросов в атмосферном воздухе населенных мест и ее влияние на популяционное здоровье / А.А. Хадарцев, А.Г. Хрупачев, С.П. Туляков [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т. 17. – № 3. – С. 194-198.
208. Трифонова, Т.А. Оценка и сравнительный анализ рисков для здоровья населения (на примере г. Владимир) / Т.А. Трифонова, Л.А. Ширкин. – Владимир: ВООО ВОИ ПУ «Рост», 2010. – 80 с.
209. Тулина, Л.М. Гигиенические аспекты водопотребления промышленного города и оценка риска для здоровья населения: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.00.07 / Тулина Лариса Михайловна: – Оренбург, 2006. – 120 с.
210. Унгуряну, Т.Н. Загрязнение атмосферного воздуха и болезни органов дыхания у населения Новодвинска / Т.Н. Унгуряну // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 28-30.
211. Унгуряну, Т.Н. Многосредовый канцерогенный риск для населения промышленного города / Т.Н. Унгуряну // Гигиена и санитария. – № 6. – 2011. – С. 77-80.
212. Унгуряну, Т.Н. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (Обзор литературы) / Т.Н. Унгуряну, С.М. Новиков // Гигиена и санитария. – 2014. – № 1. – С. 19-24.
213. Унгуряну, Т.Н. Риск для здоровья населения при комплексном действии веществ, загрязняющих питьевую воду / Т.Н. Унгуряну // Экология человека. – 2007. – № 3. – С. 14-20.
214. Устойчивость аммонифицирующих бактерий различных типов почв юга России к сочетанному загрязнению свинцом и переменным магнитным полем / М.С. Мазанко, Ю.В. Акименко, Т.В. Денисова, Ю.В. Акименко // Известия

- Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15.– № 3 (4). – С. 1359-1363.
215. Физические процессы, протекающие в биотканях при высокочастотном электромагнитном облучении / Алексеев А. А., Захаров Ю. Б., Захаров М. Ю. [и др.] // European Research. – 2016. – № 5 (16). – С. 10-14.
216. Фридман, К.Б. Оценка риска для здоровья в целях гигиенической характеристики систем водоснабжения / К.Б. Фридман, Ю.А. Новикова, А.С. Белкин // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (7). – С. 686-689.
217. Фролова, О.А. Оценка риска канцерогенных и неканцерогенных эффектов при употреблении продуктов питания / О.А. Фролова, М.В. Карпова / Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91.– № 5. – С. 107-108.
218. Химические и физические факторы урбанизированной среды обитания / Ю.А. Рахманин, В.М. Боев, В.Н. Аверьянов, В.Н. Дунаев. – Оренбург: ИПК Южный Урал, 2004. – 432 с.
219. Холодов, Ю.А. Неспецифическая реакция нервной системы на неионизирующие излучения / Ю.А. Холодов // Радиационная биология. Радиозэкология. – 1998. – Т. 38. – № 1. – С. 121-125.
220. Хорсева, Н.И. Психофизиологические показатели детей – пользователей мобильной связью. Сообщение 2. Результаты четырехлетнего мониторинга / Н. И. Хорсева, Ю. Г. Григорьев, Н. В. Горбунова // Радиационная биология. Радиозэкология. – 2011 – Т. 51 – № 5 – С. 617-623.
221. Худoley, В. В. Канцерогены: характеристики, закономерности, механизмы действия / В. В. Худoley. – СПб.: НИИ химии СПбГУ, 1999. – 419 с.
222. Швагер, О.В. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха и его роли в формировании онкологической заболеваемости населения / О.В. Швагер // Здоровье и окружающая среда. – 2013. – № 22. – С. 122-127.
223. Шур, П.З. Оценка риска здоровью при обосновании гигиенических критериев безопасности пищевых продуктов / П.З. Шур, Н.В. Зайцева // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. – С. 43-56.

224. Эколого-гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения техногенных территорий республики Башкортостан / А.Б. Бакиров, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2016. – № 3. – С. 11-17.
225. Электромагнитные излучения и здоровье человека / Ф.И. Одинаев, Ш.Ф. Одинаев, Ш.И. Шафиев, С.В. Шутова // Вестник ТГУ. – 2015. – Т. 20 (6). – С. 1714-1717.
226. Электромагнитные поля и здоровье человека / Ю. Г. Григорьев, О.А. Григорьев, В.С. Степанов, Ю.П. Пальцев; Под общ. ред. Ю. Г. Григорьева. - М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 2002. – 177 с.
227. Электромагнитные поля и общественное здравоохранение: мобильные телефоны [Электронный ресурс]: Информационный бюллетень. – ВОЗ. – 2011. – № 193. – Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/ru/index.html> (дата обращения: 26.02.2020).
228. Юдин, С.В. Эпидемиологический анализ онкологической заболеваемости как показатель здоровья населения Приморского края / С.В. Юдин // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2006. – № 3. – С. 43-45.
229. Яргин, С.В. О биологическом действии электромагнитного излучения радиочастотного диапазона / С.В. Яргин // Сибирский научный медицинский журнал. – 2019. – № 39 (5). – С. 52-61.
230. A Pooled Analysis of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Childhood Brain Tumors / L. Kheifets, A. Ahlbom, C. M. Crespi [et al.] // Am J Epidemiol. – 2010. – V. 172 (7). – P. 752–761.
231. Ahlbom, A. Electromagnetic radiation: Environmental pollution and health / A. Ahlbom, M. Feychting // British Medical Bulletin. – 2003. – Vol. 68. – Iss. 1. – P. 157-165.
232. Association between extremely low-frequency electromagnetic fields occupations and amyotrophic lateral sclerosis: a meta-analysis / H. Zhou, G. Chen, C. Chen [et al.] // PLoS One. – 2012. – № 7 (11):e48354.

233. Benson, V.S. Mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers: prospective study / V.S. Benson, K. Pirie, J. Schuz // *Int J Epidemiol.* – 2013. – Vol. 42. – P. 792-802.
234. Boffetta, P. Contribution of environmental factors to cancer risk / P. Boffetta, F. Nyberg // *Br. Med. Bull.* – 2003. – Vol. 68. – P. 71-94.
235. Bortkiewicz, A. Mobile phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors – A meta-analysis / A. Bortkiewicz, E. Gadzicka, Szymczak // *Int J Occup Med Environ Health.* – 2017. – Vol. 30. – P. 27–43.
236. Byus, C. V. The effects of low-energy 60 Hz environmental electromagnetic fields upon the growth-related enzyme ornithine decarboxylase / C. V. Byus, S. E. Pieper, W. R. Adey // *Carcinogenesis.* – 1987. – V. 8. – P. 1385-1389.
237. Cancer in radar technicians exposed to radiofrequency/microwave radiation: sentinel episodes / E. Richter, T. Berman, E. Ben-Michael [et al.] // *Int J Occup Environ Health.* – 2000. – V. 6 (3). – P.187-193.
238. Caplan, L.S. Breast cancer and electromagnetic fields – a review / L.S. Caplan, E.R. Schoenfeld, E.S. O’Leary // *Ann Epidemiol.* – 2000. – V. 10. – P. 31–44.
239. Cardis, E. Brain tumor risk in relation to mobile telephone use: results of the Interphone international case-control study / Cardis E. [et al.] // *Int. J. of Epidemiology.* – 2010. – № 3. – P.1-20.
240. Carlberg, M. Evaluation of mobile phone and cordless phone use and glioma risk using the Bradford Hill viewpoints from 1965 on association or causation / M. Carlberg, L. Hardell // *Biomed. Res. Int.* – 2017. – Vol. 2017 – P. 17.
241. Carpenter, D.O. Electromagnetic fields and cancer: The cost of doing nothing / D.O. Carpenter // *Rev. Environ. Health.* – 2010. – № 25 – P. 75-80.
242. Case-Control Study on Occupational Exposure to Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields and the Association with Meningioma / M. Carlberg, T. Koppel, M. Ahonen [et al.] // *Biomed Res Int.* – 2018. – No. 1. – P. 1-6.
243. Chromosomal aberrations in human amniotic cells after intermittent exposure to 50 Hz magnetic fields / I. Nordenson, K. Hansson Mild, G. Andersson [et al.] // *Bioelectromagnetics* – 1994. – V. 15. – P. 293-301.

244. Chromosomal aberrations in lymphocytes predict human cancer: A report from the European Study Group on Cytogenetic Biomarkers and Health (ESCH) / I. Hagmar, S. Bonassi, U. Strömberg [et al.] // *Cancer Res.* – 1998. – T. 58 (18) – P. 4117-4121.
245. Culp, J.M. Integrating mecum experiments with field and laboratory studies to generate weight-of-evidence risk assessments for large rivers / J.M. Culp, R.B. Lowell, K.J. Cash // *Environ Toxicol Chem.* – 2000. – № 19. – P. 1167-1173.
246. Di Ciaula, A. Towards 5G communication systems: Are there health implications? / Di Ciaula A. // *Int J Hyg Environ Health.* – 2018. – №221(3). – P. 367-375.
247. Effect of melatonin on mammary carcinogenesis in intact and pinealectomized rats in varying photoperiods / P.N. Shah, M.C. Mharte, I.S. Morris [et al.] // *Cancer Res.* – 1984. – V. 44. – P. 3403.
248. Effect of mobile phone-induced electromagnetic field on brain hemodynamics and human stem cell functioning: Possible mechanistic link to cancer risk and early diagnostic value of electronphonic imaging / H. Bhargav, T.M. Srinivasan, S. Varambally [et al.] // *J. Stem Cells.* – 2015– № 10. – P. 287-294.
249. Effects of 50 Hz EMF exposure on micronucleus formation and apoptosis in transformed and nontransformed human cell lines / M. Simko, R. Kriehuber, D.G. Weiss [et al.] // *Bioelectromagnetics.* – 1998. – V. 19. – P. 85-91.
250. Electric power, pineal function and the risk of breast cancer / R. G. Stevens, S. Davis, D. B. Thomas [et al.] // *The FASEB Journal.* – 1992. – No 6. – P.853– 860.
251. ELF Electromagnetic Fields and Risk of Cancer // Report of an Advisory Group on Non-ionizing Radiation. – 2001. – V. 12. – No 12. – P. 90-94.
252. ELF Electromagnetic Fields and Risk of Cancer // Report of an Advisory Group on Non-ionizing Radiation. – 2001. – V. 12. – No 12. – P. 40-41.
253. European Code against Cancer 4th Edition: Environment, occupation and cancer / C. Espinar, K. Straif, S. Frijs [et al.] // *Cancer Epidemiol.* – 2015. – V. 39 (1). – P. 84-92.
254. Evaluation of the potential carcinogenicity of 60 Hz linear sinusoidal continuous-wave magnetic fields in Fisher F344 rats / R. Mandeville, E. Franco, S. Sidrac-Ghali, L. Paris-Nadon [at al.] // *FASEB Journal.* – 1997. – № 11. – P. 1127 - 1136.

255. Evidence for effect of ELF electromagnetic fields on human pineal gland function / B.W. Wilson, C.W. Wright, J.E. Morris [et al.] // *J. Pineal Res.* – 1990. – V. 9. – P. 259-269.
256. Extremely low frequency-magnetic field (ELF-MF) exposure characteristics among semiconductor workers / S. Choi, W. Cha, J. Park, S. Kim [et al.] // *Int J Environ Res Public Health.* – 2018. – № 15 (4):642.
257. Extremely low-frequency electromagnetic fields exposure and female breast cancer risk: a meta-analysis based on 24,338 cases and 60,628 controls / C. Chen, X. Ma, M. Zhong [et al.] // *Breast Cancer Res Treat.* – 2010. – № 123 (2). – P. 569-76.
258. Fifth-Generation (5G) mmWave Spatial Channel Characterization for Urban Environments' System Analysis / L. Azpilicueta, P. Lopez-Iturri, J. Zuñiga-Mejia [et al.] // *Sensors (Basel).* – 2020. – № 20 (18):5360.
259. Garaj-Vrhovac, V. Micronucleus assay and lymphocyte mitotic activity in risk assessment of occupational exposure to microwave radiation / V. Garaj-Vrhovac // *Chemosphere.* – 1999. – No 39 (13). – P. 2301-2312.
260. Garcia, A.M. Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: A metaanalysis / A.M. Garcia, A. Sisternas, S.P. Hoyos // *International Journal of Epidemiology.* – 2008. – Vol. 7 (2). – P. 341-343.
261. Gene-specific modulation of RNA synthesis and degradation by extremely low frequency electromagnetic fields / J.J. Greene, S.I. Pearson, W.J. Skowronski [et. al.] // *Cell Mol Biol.* – 1993. – No 39. – P. 261-268.
262. Global patterns of cancer incidence and mortality rates and trends / A. Jemal, M. M. Center, C. DeSantis, E. M. Ward // *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* – 2010. – V.19. – No 8. – P. 1893-1907.
263. Goldsmith, J. R. Epidemiologic evidence of radiofrequency radiation (microwave effects on military? Broadcasting and occupational studies) / J. R. Goldsmith // *Int. J. of Occupational and Environmental Health.* – 1995. – V. 1. – № 1. – P. 47-57.

264. Goodman, R. Transcription and translation in cells exposed to extremely low frequency electromagnetic fields / R. Goodman, A.S. Henderson // *BioelectrochemBioenerget.* – 1991. – No 30. – P. 145-150.
265. Hardell, L. Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours // L. Hardell, M. K. Hansson, M. Carlsberg // *Int. J. Oncol.* – 2003. – V. 22. – No 2. – P. 399-407.
266. Hardell, L. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards / L. Hardell, C. Sage // *Biomed. Pharmacother.* – 2008. – V.62. – No 2. – P. 104 -109.
267. Hardell, L. Health risks from radiofrequency radiation, including 5G, should be assessed by experts with no conflicts of interest / L. Hardell, M. Carlberg // *Oncol Lett.* – 2020. – № 20 (4):15.
268. Hardell, L. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects / L. Hardell, M. Carlberg, K. Mild. Hansson // *International Journal of Oncology.* – 2008. – No 38. – P. 1465-1474.
269. Hirvonen, A. Polymorphisms of xenobiotic-metabolizing enzymes and susceptibility to cancer. / A. Hirvonen // *Environ. Health Perspect.* – 1998. – T. 107. – P. 37-47.
270. Household electromagnetic fields and breast cancer in women 50-90 years of age / D. Sh. Beniashvili, I.A. Avinoach, D.I. Baasov [et al.] // *Adv. Gerontol.* – 2005. – Vol. 17. – P. 15-17.
271. Hugo, W. Ruediger Antagonistic combinations of occupational carcinogens / Hugo W. Ruediger // *International Archives of Occupational and Environmental Health.* – 2006. – T.79 (5) – P. 343-348.
272. Humfrey, C. D. N. Recent Developments in the Risk Assessment of Potentially Genotoxic Impurities in Pharmaceutical Drug Substances / C. D. N. Humfrey // *Toxicological Sciences* – 2007. – T. 100. – P. 24-28.
273. ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology. Review of the epidemiologic literature on

- EMF and Health / I.C. Ahlbom, E. Cardis, A. Green, M. Linet // Environ. Health Perspect. – 2001. – 109, Suppl 6. – P. 911–933.
274. ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). – Health Physics. – 1998. – 74 (4). – P. 494-522.
275. IEEE Committee on Man and Radiation-COMAR Technical Information Statement: Health and Safety Issues Concerning Exposure of the General Public to Electromagnetic Energy from 5G Wireless Communications Networks / J.T. Bushberg, C.K. Chou, K.R. Foster [et al.] // Health Phys. – 2020. – V. 119. – No 2. – P. 236-246.
276. Increased ornithine decarboxylase activity in cultured cells exposed to low energy modulated microwave fields and phorbol ester tumor promoters / C. V. Byus, K. Kartun, S. Pieper [et al.] // Cancer Res. – 1998. – N. 48. – P.4222-4226.
277. Interphone international case-control study // Int J Epidemiol. – 2007. – Vol. 39. – P. 675–694.
278. Interphone Study Group, Brain tumor risk in relation to mobile telephone use: Results of the Interphone international case-control study. – Int J Epidemiol (UK). – 39. – 2010. – pp. 675-694.
279. Kevin Grayson J. Radiation Exposure, Socioeconomic Status, and Brain Tumor Risk in the US Air Force: A Nested Case-Control Study / Kevin Grayson J. // Am J Epidemiol. – 1996. – Vol. 143, No. 5. – P. 480-486.
280. Kirkland, D. Evaluation of the ability of a battery of three in vitro genotoxicity tests to discriminate rodent carcinogens and noncarcinogens I. Sensitivity, specificity and relative predictivity / D. Kirkland, M. Aardema, L. Henderson, L. Müller // Mutat Res. – 2005. – T. 584(1-2). – P.1-256.
281. Kirsch-Volders, M. The in vitro micronucleus test: a multi-endpoint assay to detect simultaneously mitotic delay, apoptosis, chromosome breakage, chromosome loss and non-disjunction. / M. Kirsch-Volders, A. Elhajouji, E. Cundari, P. Van Hummelen // Mutat Res. – 1997. – T. 392. – P. 19-30.

282. Kleiner, J. Structure-based thresholds of toxicological concern (TTC): guidance for application to substances present at low levels in the diet. / R. Kroes, A.G. Renwick, M. Cheeseman [et al.] // *Food and Chemical Toxicology* – 2004. – No. 42 – P. 65-83.
283. Krewski, D. Empirical approaches to risk estimation and prediction. In: *Quantitative estimation and prediction of human cancer risks* / D. Krewski, E. Cardis, L. Zeise, F. Feron // *IARC Scientific Publications* – 1999. – No. 131 – P. 131–178.
284. Lai, H. Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells / H. Lai, N. P. Singh // *Bioelectromagnetics*. –1995. – No.16(3). – P. 207-210.
285. Lai, H. Melatonin and a Spin-Trap Compound Block Radiofrequency Electromagnetic Radiation-Induced DNA Strand Breaks in Rat Brain Cells / H. Lai, N. P. Singh // *Bioelectromagnetics*. –1997. – No. 18(6). – P. 446-454.
286. Leif, G. Salford Nerve Cell Damage in Mammalian Brain after Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones / Leif G. Salford, Arne E. Brun, Jacob L. Eberhardt // *Environmental Health Perspectives*. – 2003. – No. 7. – Vol. 111. – P.880-883.
287. Li, C.Y. Risk of leukemia in children living near high-voltage transmission lines. / C.Y. Li, W.C. Lee, R.S. Lin // *J. Occup. Environ Med.* –1998. –V. 40. – P. 144-147.
288. Liburdy, R. P. Biological interactions of cellular systems with time-varying magnetic fields / R. P. Liburdy // *Ann. NY Acad. Sci.* – 1992. – V. 649. – P. 74-95.
289. Loomis, D. The International Agency for Research on Cancer (IARC) evaluation of the carcinogenicity of outdoor air pollution: focus on China / D. Loomis, W. Huang, G. Chen // *Chin J Cancer*. – 2014. – T. 33. – P. 189-196.
290. Measurement of DNA Damage After Exposure to Electromagnetic Radiation in the Cellular Phone Communication Frequency Band (835.62 and 847.74 MHz) / R. S. Malyapa [et al.] // *Radiat Res.* – 1997. – No. 148(6). – P. 618-627.
291. Meta-analysis of long-term mobile phone use and the association with brain tumours. / L. Hardell, M. Carlberg, Fredrik Soderqvist [et. al.] // *International Journal of Oncology*. – 2008. – No. 32. – P.1097-1103.

292. Miclaus, S. Estimated and measured values of the radiofrequency radiation power density around cellular base stations / S. Miclaus, P. Bechet // Rom. Journ. Phys. – 2007. – Vol. 52. – No. 3-4. – P. 429-440.
293. Mihi, Yang A Current Global View of Environmental and Occupational Cancers / Yang Mihi // Journal of Environmental Science and Health. Part C. Environmental Carcinogenesis & Ecotoxicology Reviews. – 2011. – 29(3). – P. 223-249.
294. Mobile phone radiation causes brain tumours and should be classified as a probable human carcinogen (2A) (review) / L.L. Morgan, A.B. Miller, A. Sasco, D.L. Davis // Int. J. Oncol. – 2015. – № 46. – P. 1865-1871.
295. Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries / A. Lahkola, A. Auvinen, J. Raitanen [et al.] // Int. J. Cancer. – 2007. – V. 120. – No. 8. – P. 1769-1775.
296. Moon, J.H. Health effects of electromagnetic fields on children / J.H. Moon // Clin Exp Pediatr. – 2020. – Vol. 63. – No. 11. – P. 422-428.
297. Nazıroglu, M. Role of melatonin on electromagnetic radiation induced oxidative stress and Ca²⁺ signaling molecular pathways in breast cancer / M. Nazıroglu, S. Tokat, S. Demirci // J. Rec. Signal Transduct. – 2012. – V.32. – No. 6. – P. 290-297.
298. NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd: Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones: Natl. Toxicol. Program Tech. Rep, Ser. 2018. – 595 pp.
299. Nuutinen, T. Computer use, sleep duration and health symptoms: a cross-sectional study of 15-year olds in three countries / T. Nuutinen, E. Roos, C. Ray // Int J Public Health. – 2014. – 59(4):619-28.
300. Occupational electric and magnetic fields exposure and brain cancer a meta-analysis / L.I. Kneifets, A.A. Afifi, P.A. Buffler [et al.] // J. Occup. Environ Med. – 1995. – V. 37 – P. 1327-1341.
301. Occupational exposure to carcinogens in the European Union / T. Kauppinen, J. Toikkanen, D. Pedersen [et al.] // Occup. Environ. Med. – 2000. – V. 57(1). – P. 10-18.

302. Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors a case-control study in Sweden/ B. Floderus, T. Persson, C. Stenland [et al.] // *Cancer Causes Control*. –1993. –V.4. –P. 465-476.
303. Outdoor particulate matter exposure and lung cancer: a systematic review and meta-anlaysis / G.B. Hamra, N. Guha, A. Cohen [et al.] // *Environ Health Perspect*. – 2014. – 122(9). – P. 906-911.
304. Ozovehe, A. Electromagnetic radiation exposure from cellular base station: a concern for Public Health /A. Ozovehe1, A. U. Usman, A. Hamdallah // *Nigerian Journal of Technology*. – 2015. – No. 2. – Vol. 34. – P.355-358.
305. Predicting rodent carcinogenicity from four in vitro genetic toxicity assays: an evaluation of 114 chemicals studied by the National Toxicology Program. / J.K. Haseman, E. Zeiger, M. Shelby [et al.] // *J. Am Stat Assoc*. – 1990. – T. 85. – P. 964–971.
306. Progress report on the European Environment and Health Process: working document: Regional Committee for Europe 66th session // *World Health Organization*. – Copenhagen, 2016. – 16 p.
307. Protection of the population health from electromagnetic hazards - challenges resulting from the implementation of the 5G network planned in Poland / M. Zmyslony, P. Bienkowski, Alicja Bortkiewicz [et al.] // *Med Pr*. – 2020. – № 71 (1). – P. 105-113.
308. Pulsed magnetic field from video display terminals enhanced teratogenic effects of cytosine arabinoside in mice / H. Chiang, R.Y. Wu, B.J. Shao [et al.] // *Bioelectromagnetics*. – 1995.– Vol. 16.–No.1. – P.70-74.
309. Renke , A. An estimation of electromagnetic field exposure from cellular mobile base station towers in densely populated residential areas / A. Renke, M. Chavan // *Foundation of Computer Science FCS*. – 2016. – Vol. 4. – No. 3. – P. 4-9.
310. Risk estimation for carcinogens based on eidemiological data: A structured approach, illustrated by an example of chromium / R.A. Goldbohm, ELJP Tielemans, D. Heederik [et al.] // *Regul Toxicol Pharmacol* – 2006. – T. 44 – P. 294-310.

311. Rothman, N. A multi-stage genome-wide association study of bladder cancer identifies multiple susceptibility loci / N. Rothman, M. Garcia-Closas, N. Chatterjee [et al.] // *Nat Genet.* – 2010. – No. 42 (11). – P.978-984.
312. Schimmelpfeng, J. The action of 50 Hz magnetic and electric fields upon cell proliferation and cyclic AMP content of cultured mammalian cells / J. Schimmelpfeng, H. Dertinger // *BioelectrochemBioenerget.* – 1993. – Vol. 30. – P.145-150.
313. Singh, R.K. Assessment of electromagnetic radiation from base station antennas / R.K. Singh // *Indian Journal of Radio and Space Physics.* – Vol. 41. – 2012. – pp. 557-565.
314. Sorahan, T. Mortality from cardiovascular disease in relation to magnetic field exposure: findings from a study of UK electricity generation and transmission workers, 1973-1997 / T. Sorahan, L. Nichols // *Am. J. of Ind. Med.* – 2004. – № 45. – P. 93-102.
315. State of the evidence 2017: an update on the connection between breast cancer and the environment / J.M. Gray, S. Rasanayagam, C. Engel [et al.] // *Environ Health.* – 2017. – № 16(1):94.
316. Stein, Y. Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome) - Review of mechanisms / Y. Stein, I.G. Udasin // *Environ Res.* – 2020. – № 186:109445.
317. Stevens, R.G. The melatonin hypothesis: electric power and breast cancer / R.G. Stevens, S. Davis // *Environ Health Perspect.* – 1996. – V.104. – N 1. – P. 135-140.
318. Swedish review strengthens grounds for concluding that radiation from cellular and cordless phones is a probable human carcinogen / D.L. Davis, S. Kesari, C.L. Soskolne [et al.] // *Pathophysiology.* – 2013. – № 20 – P.123-129.
319. Tarusawa, Y. Experimental estimation of EMI from cellular base-station antennas on implantable cardiac pacemakers / Tarusawa Y. // *IEEE Transactions on electromagnetic compatibility.* – 2005. – No. 4. – Vol. 47. – P.938-950.
320. The effects of 50 Hz magnetic field-exposed cell culture medium on cellular functions in FL cells / Y. Fei, L. Su, H. Lou [et al.] // *J Radiat Res.* – 2019. – Vol. 60. – No. 4. – P. 424-431.

321. The Fraction of Cancer Attributable to Lifestyle and Environmental Factors in the UK in 2010. / D.M. Parkin, L. Boyd, S.C. Darby [et al.] // *Br J Cancer*. – 2011. – 105 (S2). – P. 1-81.
322. The GSTT1 and CYP2E1 genotypes are possible factors causing vinyl chloride induced abnormal liver function / C.Y. Huang, K.L. Huang, T.J. Cheng [et al.] // *Arch Toxicol* – 1997. – T. 71. – P. 482-488.
323. The impact of superhigh frequency electromagnetic radiation on threonine producer *brevibacterium flavum* / L.V. Marynchenko, O.I. Nizhelska, D.M. Lytvynenko, G.M. Zabolotna // *Biotechnologia Acta*. – 2016. – No. 9(6). – P. 82-89.
324. The role of coherence time in the effect of microwaves on ornithine decarboxylase activity / T. A. Litovitz, D. Krause, M. Penafiel [et al.] // *Bioelectromagnetics*. – 1993. - V. 14. –P. 395-403.
325. Tice, R.R. Improving the human hazard characterization of chemicals: a Tox21 update / R.R. Tice, C.P. Austin, R.J. Kavlock, J.R. Bucher // *Environ Health Perspect* – 2013. – V. 121. – P. 756-765.
326. Traffic air pollution and lung cancer in females in Taiwan: petrol station density as an indicator of disease development / C. C. Chang, S. S. Tsai, H. F. Chiu [et al.] // *J. Toxicol. Environ. Health*. – 2009. – Vol. 72(10). – P. 651–657.
327. Vineis, P. Global cancer patterns: causes and prevention / P. Vineis, C.P. Wild // *Lancet*. – 2014. – 383(9916). – P. 549-557.
328. Walleczek, J. Electromagnetic field effects on cells of the immune system: the role of calcium signalling. / J. Walleczek // *The FASEB Journal*. – 1992. – V. 6. – P.3177-3185.
329. Walleczek, J. Nonthermal 60 Hz sinusoidal magnetic-field exposure enhances $^{45}\text{Ca}^{2+}$ uptake in rat thymocytes: dependence on mitogen activation // J. Walleczek, R. P. Liburdy // *FEBS Letters*. – 1990. – V. 271. – P. 157–160.
330. Weiderpass, E. Lifestyle and cancer risk / E. Weiderpass // *J Prev Med Public Health*. – 2010. – V.43(6) – P. 459-471.
331. World Cancer Report 2014 / ed. by W. Stewart, Ch.P. Wild // *IARC*. – 2019. – 630 pp.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Таблица 1 – Сравнительная характеристика первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями (на 100 тысяч населения) в районах города за 2008-2018 гг.

Локализация	Дзержинский (1)	Ленинский (2)	Промышлен ный (3)	Центральный (4)	Город (5)	Достоверность различий (p) *
Молочная железа	56,94±2,63	63,27±2,28	49,67±3,26	50,88±4,83	55,15±2,02	p (2-3) ≤ 0,01; p (1-2,3) ≤ 0,05; p (2-4,5) ≤ 0,05
Губа	2,29±1,37	2,3±0,99	2,28±2,81	2,39±1,44	2,33±1,02	-**
Полость рта	5,45±1,91	6,37±1,43	6,23±1,95	4,25±1,64	5,64±1,16	p (2-4) ≤ 0,01; p (4-3,5) ≤ 0,05
Глотка	1,84±1,07	1,59±0,69	1,87±1,77	2,32±1,81	1,78±0,82	-
Пищевод	3,96±2,2	5,16±2,02	4,73±1,93	4,17±1,64	4,45±1,59	-
Желудок	26,96±3,2	28,72±7,2	26,79±4,28	27,03±10,73	26,96±3,02	-
Ободочная кишка	32,26±8,98	33,19±5,25	29,23±5,89	28,64±9,46	30,97±3,54	-
Прямая кишка, ректосигмоидное соединение, анус	20,13±3,82	21,67±4,15	18,14±5,44	17,52±8,25	19,45±1,71	p (4-1,2,5) ≤ 0,05
Печень и внутрипеч. желчные протоки	5,67±2,56	5,7±1,68	5,05±2,6	6,23±3,23	5,59±1,25	-

Продолжение таблицы 1.

Локализация	Дзержинский (1)	Ленинский (2)	Промышлен ный (3)	Центральный (4)	Город (5)	Достоверность различий (p) *
Желчный пузырь и внепеченочные желчные протоки	3,33±1,09	3,69±1,76	2,87±1,48	2,66±1,17	3,19±0,62	-
Поджелудочная железа	9,98±2,51	12,77±4,9	11,28±3,01	10±4,19	11,03±1,43	-
Полость носа, среднее ухо, придаточные пазухи	0,52±0,47	1±1,1	1,02±0,93	0,46±0,53	0,75±0,26	-
Гортань	4,99±2,25	4,48±1,74	3,68±2,52	5,05±2,76	4,53±1,49	-
Трахея, бронхи, легкое	44,26±6,98	46,75±8,2	43,01±7,86	40,14±12,08	43,84±4,05	p (2-4,5) ≤ 0,05
Кости и суставные хрящи	0,86±0,76	1,1±0,62	0,93±0,89	0,85±1,46	0,96±0,41	-
Меланома кожи	6,99±3,05	8,91±2,5	5,37±2,23	6,56±4,87	7,13±1,63	p (2-3) ≤ 0,01; p (2-4) ≤ 0,05; p (3-5) ≤ 0,05
Кожа (без меланомы)	70,88±8,35	83,24±8,85	61,61±9,51	63,2±14,27	70,26±6,44	p (2-1,3,4,5) ≤ 0,01; p (1-3,4) ≤ 0,05; p (3-5) ≤ 0,01; p (4-5) ≤ 0,05
Соединительная и др. мягкие ткани	3,44±0,95	3,78±1,54	2,42±1,44	1,94±1,08	3,09±0,84	p (4-1,2) ≤ 0,01; p (4-5) ≤ 0,05

Продолжение таблицы 1.

Локализация	Дзержинский (1)	Ленинский (2)	Промышлен ный (3)	Центральный (4)	Город (5)	Достоверность различий (p) *
Половой член	0,63±0,57	0,66±0,69	0,31±0,57	0,45±0,52	0,52±0,32	-
Предстательная железа	24,93±7	33,05±6,74	22,24±4,92	23,95±11,22	26,45±5,54	p (2-1,5) ≤ 0,05; p (2-3,4) ≤ 0,01
Яичко	1,15±0,79	1,53±0,57	1,09±0,77	1,28±1,76	1,28±0,34	-
Почка	20,19±3,47	20,39±3,98	17,83±2,57	16,98±6,27	19,02±2,14	-
Мочевой пузырь	13,59±2,78	14,91±4,38	10,74±3,73	13±5,12	13,17±1,86	p (3-1,2,5) ≤ 0,05
Головной мозг и др. отделы ЦНС	5,45±1,74	5,51±2,52	5,38±2,98	5,06±3,29	5,25±1,17	-
Щитовидная железа	9,12±3,13	10,23±3,03	7,43±3,66	7,98±3,85	8,92±2,14	p (2-3) ≤ 0,05
Лимфатическая и кровотворная ткань	21,1±5,29	22,96±2,48	20,99±6,12	15,81±7,23	20,6±3,12	p (4-1,5) ≤ 0,05; p (2-4) ≤ 0,01

Примечание: * - представлены только статистически значимые различия между изучаемыми территориями, ** - статистически значимые различия отсутствуют.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Таблица 1. – Канцерогенные вещества, контролируемые в г. Оренбурге в атмосферном воздухе

Вещество	№ CAS	ПДК _{ср}	ПДК _{макс}	Органы – мишени для человека	МАИР	ЕРА	SFI
Формальдегид	50-00-0	0,01	0,05	лейкемия, рак дыхательных путей, желудка и кишечника	2А	В1	0,046
Бенз(а)пирен	50-32-8	1Е-06	-	Кожа, легкие	2А	В2	3,9
Бензол	71-43-2	0,1	0,3	Кроветворная система	1	А	0,027
Этилбензол	100-41-4	-	0,02	Почки, печень, легкие	2В	Д	0,0039
Стирол	100-42-5	0,002	0,04	Почки, печень, легкие	2В	С	0,002
Хром	-	0,0015	-	Носовая полость, лёгкие	3	А	42
Свинец	7439-92-1	0,0003	0,001	Кроветворная система, почки	2А	В2	0,042
Мышьяк	7440-38-2	0,0003	-	Лёгкие, кожа	1	А	15
Сажа	1333-86-4	0,05	0,15	Кожа, лёгкие	1		0,0155
Никель	7440-02-0	0,002	-	Органы дыхания, кровь	2В	А	0,84
Кобальт	7440-48-4	0,0004	-	Органы дыхания	2А	В1	9,8
Кадмий	7440-43-9	0,0003	-	Почки, органы дыхания	1	В1	6,3
Хлороформ	67-66-3	0,03	0,1	Печень	2В	В2	0,008
Тетрахлорметан	56-23-5	0,7	4	Почки, печень, легкие	2В	В2	0,053
Бензин (С1-С10)	8032-32-4	1,5	5	Мочеполовая система, кроветворная система	2В	В2	0,035

Таблица 2. – Перечень фоновых значений концентраций химических веществ в почве для территории г. Оренбурга

Вещество	CAS	Форма содержания	Тип почвы	Значение фоновых концентраций (мг/кг)
Кадмий	7440-43-9	валовое	нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с рН КСl > 5,5	2,000
Никель	7440-02-0	валовое	нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с рН КСl > 5,5	80,000
Никель	7440-02-0	подвижная форма	нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с рН КСl > 5,5	4,000
Свинец	7439-92-1	валовое	нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с рН КСl > 5,5	32,000
Свинец	7439-92-1	подвижная форма	нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с рН КСl > 5,5	6,000
Хром трехвалентный	16065-83-1	подвижная форма	нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с рН КСl > 5,5	6,000
Хром шестивалентный	18540-29-9	валовое	нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с рН КСl > 5,5	0,05000
Кобальт	7440-48-4	подвижная форма	нейтральные (суглинистые и глинистые) почвы с рН КСl > 5,5	5,000

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Акты внедрения результатов диссертационной работы



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

ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России
ул. Советская, 6, г. Оренбург, 460000
тел.: (3532) 50-06-06 (доб.601),
факс: (3532) 50-06-20
E-mail: orgma@esoo.ru




№ _____
На № _____ от _____

АКТ


внедрения результатов диссертационного исследования ассистента кафедры общей и коммунальной гигиены Кудусовой Луизы Халимовны на тему «Комплексная гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения при сочетанном воздействии внешнесредовых химических и физических факторов» по специальности 3.2.1. – Гигиена в учебную работу кафедры общей и коммунальной гигиены Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Материалы диссертационной работы Л.Х. Кудусовой на тему «Комплексная гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения при сочетанном воздействии внешнесредовых химических и физических факторов» используются в курсе обучения студентов медико-профилактического факультета на кафедре общей и коммунальной гигиены ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России.


Проректор по учебной работе
ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России
д.м.н., доцент

 Т.В. Чернышева

д.м.н., профессор кафедры
общей и коммунальной гигиены
ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России

 С.В. Перепелкин

к.м.н., доцент кафедры
общей и коммунальной гигиены
ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России

 Л.А. Бархатова

Целевую подпись:	Т.В. Чернышевой
заверил:	С.В. Перепелкин
Начальник отдела кадров:	Л.А. Бархатова



Министерство здравоохранения
Оренбургской области
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР
ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ И
МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ»
(ГБУЗ «ООЦОЗМП»)
Ул. Алтайская, д.12А, г. Оренбург, 460040
☎ (3532) 33 62 10; факс (3532) 33 62 10
✉ gob42@mail.orb.ru
ОКПО 23867428, ОГРН 1145658002423
ИНН/КПП 5610159129/561001001

«18» августа 2022 г. № 45-нп/25-11/2022

На №

от

Главный врач Государственного
бюджетного учреждения здравоохранения
«Оренбургский областной центр
общественного здоровья и медицинской
профилактики»


В.Н. Никулин
18.08.2022


АКТ

внедрения результатов диссертационного исследования ассистента кафедры общей и коммунальной гигиены Кудусовой Луизы Халимовны на тему «Комплексная гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения при сочетанном воздействии внешнесредовых химических и физических факторов» по специальности 3.2.1. – Гигиена в практическую деятельность Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Оренбургский областной центр общественного здоровья и медицинской профилактики»

Данные диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, полученные Кудусовой Луизой Халимовной, используются в профилактической деятельности Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Оренбургский областной центр общественного здоровья и медицинской профилактики».

Главный врач,
главный внештатный специалист
по медицинской профилактике
министерства здравоохранения
Оренбургской области


В.Н. Никулин
