

СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОДУХА Г.ИЖЕВСКА

И.Л. МАЛЬКОВА, А.В. СЕМАКИНА

**СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОДУХА
Г.ИЖЕВСКА**



ИЖЕВСК 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт естественных наук

И.Л. Малькова, А.В. Семакина

***СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОДУХА
г.ИЖЕВСКА***

Монография



Ижевск

2018

УДК 502.3
ББК 20.1
М 211

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом УдГУ

Рецензенты:

В. И. Стурман, д.г.н., профессор Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича

С.А. Куролан, д.г.н., профессор Воронежского государственного университета

М 211 **Малькова И.Л., Семакина А.В.** Социально-гигиенический мониторинг состояния атмосферного воздуха г.Ижевска: монография. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2018. – 122 с.
ISBN 978-5-4312-0577-4

В издании представлен пространственно-временной анализ связи загрязнения атмосферного воздуха г.Ижевска и здоровья детского населения за 25-летний период. Монография адресуется специалистам в области геоэкологии, экологии человека, широкому кругу специалистов, занимающихся вопросами социально-гигиенического мониторинга и общественного здоровья. Представленный материал может быть полезен учащимся учебных заведений различного уровня и профиля, служащим муниципальных учреждений города, а также широкому кругу читателей.

УДК 502.3
ББК 20.1

© И. Л. Малькова, А.В.Семакина, 2018
© ФГБОУ ВО «Удмуртский
государственный университет», 2018

ISBN 978-5-4312-0577-4

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Правовые, нормативные и методические аспекты социально-гигиенического мониторинга.....	8
1.1. Информационный фонд данных социально-гигиенического мониторинга.....	9
1.2 Методология оценки риска для здоровья населения в системе социально-гигиенического мониторинга.....	14
1.3 Роль медико-экологического картографирования в системе социально-гигиенического мониторинга.....	19
Глава 2. Методическая база для оценки связи загрязнения атмосферного воздуха г.Ижевска и здоровья детского населения.....	24
2.1. Методика оценки ингаляционного риска здоровью населения г.Ижевска.....	24
2.2. Методика создания информационной базы и картографирования состояния атмосферного воздуха г.Ижевска.....	30
2.3. Методика сбора, обработки, картографирования и анализа медико-статистической информации о состоянии здоровья детского населения г.Ижевска.....	36
Глава 3. Пространственно-временной анализ уровня заболеваемости детского населения г.Ижевска.....	41
Глава 4. Анализ связи состояния атмосферного воздуха и здоровья детского населения г.Ижевска на основе методики СПАН.....	59
Глава 5. Сравнительная оценка пространственного распределения значений индекса общетоксического ингаляционного риска здоровью детского населения г.Ижевска	64
Глава 6. Территориальный анализ риска здоровью детского населения г.Ижевска по данным эпизодических замеров концентрации загрязняющих веществ.....	79
Заключение.....	98
Список источников информации.....	103
Приложение 1.....	111
Приложение 2.....	119

ВВЕДЕНИЕ

Согласно Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, проведение социально-гигиенического мониторинга (СГМ) является одним из основных механизмов реализации государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения. СГМ основан на создании и анализе баз данных о здоровье населения и факторах среды обитания, выявлении причинно-следственных связей, прогнозировании динамики явлений на уровне субъектов Российской Федерации, регионов и отдельных территорий для определения неотложных и долгосрочных оздоровительных мероприятий, подготовке решений по реализации мер органами власти, местного самоуправления, организациями [48].

Существенный вклад в разработку научно-методической базы СГМ внесли работы российских ученых-гигиенистов [3, 21, 52]. Реализация системы СГМ дала возможность разработать и внедрить методологию интегральной оценки здоровья населения и состояния среды обитания, установить приоритетные проблемы и выявлять действующие факторы среды обитания, проводить ранжирование и выбирать территории риска [48].

Оценка санитарно-эпидемиологической обстановки базируется на результатах социально-гигиенического мониторинга, установлении групп риска среди населения и приоритетных негативных факторов среды обитания. Именно на этой основе должны разрабатываться и обосновываться предложения направленные на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Социально-гигиенический мониторинг является важным механизмом обеспечения экологического, социального, экономического, санитарно-эпидемиологического благополучия населения и представляет из себя государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также

определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека. Проведение такого типа мониторинга регулируется Федеральным законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.99 № 52-ФЗ и «Положением о проведении социально-гигиенического мониторинга», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 02.06.2006 г. № 60 [89].

В последние годы многочисленные эколого-эпидемиологические исследования и работы проведены с использованием методологии оценки риска для здоровья населения [3, 7, 10, 25, 27, 48]

В Удмуртской Республике работы в данном направлении начались в 1995 году с принятия постановления Совета Министров УР № 152 от 3 апреля 1995 года «Об организации социально-гигиенического мониторинга в Удмуртской Республике» [91]. Официальные данные по оценке риска здоровью населения публикуются отделом социально-гигиенического мониторинга при Роспотребнадзоре в Государственных докладах «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Удмуртской Республике» [47] и информационно-аналитических бюллетенях «Оценка влияния факторов среды обитания на состояние здоровья населения Удмуртской Республики» [50].

Большинство проведенных исследований отражают лишь результаты разовых исследований. Мониторинг состояния окружающей среды и состояния здоровья населения на протяжении последних 25 лет, проводимый кафедрой природопользования и экологического картографирования (в настоящий момент – кафедрой экологии и природопользования) Удмуртского госуниверситета на разных территориально иерархических уровнях, позволяет проанализировать тенденции риска и оценить саму методологию оценки риска, исходя из степени подтверждения ее прогнозов.

Работы по оценке связи состояния атмосферного воздуха и уровня заболеваемости детского населения г.Ижевска, проведенные нами в 1990-е

годы под руководством В.И. Стурмана [38, 40, 41], основывались на авторской методике крупномасштабного количественного картографирования суммарного показателя антропогенной нагрузки. Методика по оценке общетоксического ингаляционного риска для здоровья населения впервые была применена нами в 2004 году [33]. Данные исследования базировались на официально принятой методике и следующих принципах:

- ведущую роль в системе социально-гигиенического мониторинга занимает количественная оценка опасности воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения;

- одним из основных факторов окружающей среды, характеризующих санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, является качество атмосферного воздуха;

- детское население является наиболее чутким «индикатором» качества среды обитания, в том числе и состояния атмосферного воздуха, поэтому оценка вероятности и времени наступления токсического эффекта для здоровья детского населения является весьма актуальной.

В данной работе представлен пространственно-временной анализ связи загрязнения атмосферного воздуха г.Ижевска и здоровья детского населения на протяжении последних 25 лет. Используются материалы государственных докладов «О состоянии окружающей природной среды г.Ижевска», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Удмуртской Республики», «О состоянии здоровья населения Удмуртской Республики» и других материалов официальной эколого-гигиенической и медико-статистической отчетности [18, 29, 46, 47, 49, 50]. Также задействованы данные об уровне и структуре детской заболеваемости, предоставленные статистическими отделами городских детских поликлиник (Форма статистической отчетности № 12), протоколы лабораторных исследований на перекрестках автодорог аккредитованного испытательного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Удмуртской Республике» и результаты

эпизодических замеров концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г.Ижевска, осуществленные кафедрой экологии и природопользования в 2014-16 годах.

Неоценимая помощь в сборе и первичной обработке информации была оказана студентами и магистрантами Института естественных наук Удмуртского государственного университета. Отдельные слова признательности авторы выражают рецензентам за конструктивные замечания и советы. Особая благодарность нашему учителю и наставнику - доктору географических наук, профессору Владимиру Ицхаковичу Стурману.

Глава 1

ПРАВОВЫЕ, НОРМАТИВНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В России созданы правовые основы защиты граждан от загрязнения среды обитания. Такая защита гарантируется, прежде всего, Конституцией Российской Федерации, статья 42 которой гласит «Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением». Также права граждан на благоприятную окружающую среду обеспечивает Федеральный закон «Об охране окружающей среды». В статье 3 данного закона перечислены основные принципы охраны окружающей среды, например такие, как соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду и обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека.

Уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, защиты прав потребителей и потребительского рынка является Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). В полномочия Роспотребнадзора входит организация в установленном порядке и ведение социально-гигиенического мониторинга (СГМ) [92]. Порядок проведения СГМ устанавливается Правительством Российской Федерации. СГМ является основным инструментом обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и является обязательным к исполнению органами государственной власти, субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления.

1.1. Информационный фонд данных социально-гигиенического мониторинга

СГМ осуществляется на основе разработанных и утвержденных в установленном порядке нормативных правовых актов, в том числе санитарных правил, а также методических материалов. Федеральный информационный фонд данных СГМ представляет собой базу данных о состоянии здоровья населения и среды обитания человека, сформированную на основе многолетних наблюдений, а также совокупность нормативных правовых актов и справочных материалов в области анализа, прогноза и определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека [85].

Целью создания подобного рода информационной системы является:

1. Выявление приоритетных социальных, экологических, санитарных, медико-социальных проблем охраны здоровья населения;
2. Разработка обоснованных региональных программ, направленных на снижение заболеваемости или отрицательных последствий загрязнения окружающей среды;
3. Обеспечение информационной поддержки органов управления здравоохранением, санитарно-эпидемиологического надзора, экологической и социальной защиты по мерам первичной профилактики.

Первый этап СГМ включает в себя сбор, обработку и пространственно-временной анализ показателей состояния здоровья населения (рис. 1). Информационной базой данных в этом случае является, прежде всего, медико-статистическая информация, включающая демографические показатели, показатели заболеваемости и инвалидизации населения [78, 79, 80, 83, 84]. При проведении СГМ важно знать какой вклад вносит фактор риска в общую заболеваемость группы людей или населения изучаемого региона. Такого рода информация необходима для определения

приоритетных факторов риска, а также для административных органов системы здравоохранения при распределении материальных ресурсов.

Медико-статистическая информация регионального уровня содержится в отчетной документации Республиканского медицинского информационно-аналитического центра Министерства здравоохранения Удмуртской Республики [18, 49] и Государственных докладах «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Удмуртской Республики» [47, 50].



Рис. 1. Этапы социально-гигиенического мониторинга (СГМ).

Второй этап практически полностью соответствует мониторингу состояния окружающей среды. В целях проведения социально-гигиенического мониторинга используются данные государственного

мониторинга окружающей среды. Такие наблюдения могут осуществляться как Роспотребнадзором непосредственно, так и Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору, а также Федеральной службой государственной статистики. На практике указанные федеральные службы, помимо Роспотребнадзора, не осуществляют специальных наблюдений в целях проведения социально-гигиенического мониторинга. Например, Росгидромет направляет в Роспотребнадзор информацию о загрязнении окружающей среды за определенный промежуток времени, полученную в процессе осуществления своих полномочий по наблюдению за загрязнением окружающей среды. Объем такой информации определяется межведомственными соглашениями между федеральными службами, которые принимаются как на федеральном, так и на региональном уровнях.

Перечень информации и данных, подлежащих обмену на безвозмездной основе между Роспотребнадзором и Росгидрометом на федеральном уровне, определен совместным приказом от 22 ноября 2007 г. № 329/384 "О взаимодействии Роспотребнадзора и Росгидромета по реализации постановления Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2006 г. № 60 "Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга" [89].

Взаимодействие Росгидромета и Роспотребнадзора в целях проведения социально-гигиенического мониторинга осуществляется и на уровне субъектов РФ. Порядок взаимодействия территориальных органов федеральных служб определяется соглашениями между ними. Например, в Удмуртской Республике между Управлением Роспотребнадзора и Удмуртским республиканским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 31 января 2008 г. заключено Соглашение об информационном взаимодействии, в соответствии с которым осуществляется сотрудничество в области мониторинга загрязнения окружающей среды и

обмен информацией о состоянии факторов среды обитания человека, формируемой в рамках функционирования информационных систем этих организаций. По сравнению с перечнем информации, передаваемом на федеральном уровне, указанный перечень может быть конкретизирован региональными соглашениями. Например, рассматриваемое Соглашение об информационном взаимодействии закрепляет, что в числе данных о загрязнении атмосферы в городах Удмуртии, Удмуртский центр по гидрометеорологии передает в Управление Роспотребнадзора сведения о стационарных и маршрутных постах наблюдения за качеством атмосферного воздуха, о перечне веществ, контролируемых на данных постах и о количестве проб, в которых концентрация загрязняющих веществ выше максимально-разовой предельно допустимой концентрации (ПДКм.р.) в 5 и 10 раз.

Таким образом, социально-гигиенический мониторинг имеет ряд общих черт с государственным мониторингом окружающей среды, поскольку в рамках его проведения анализируется и исследуется информация о состоянии компонентов окружающей среды как факторов среды обитания человека. Вместе с тем, социально-гигиенический мониторинг нельзя отождествлять с наблюдениями за состоянием окружающей среды, так как он, в основном, сосредоточен на оценке причин заболеваемости населения и преследует иную, по сравнению с экологическим мониторингом, цель - определение причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на население факторов среды обитания человека.

Приказом Министерства здравоохранения России от 22.07.02 № 234 "О дальнейшем развитии и совершенствовании работы по ведению социально-гигиенического мониторинга" утвержден более совершенный перечень показателей второго этапа ведения социально-гигиенического мониторинга (СГМ), дополненный данными о контаминации пищевых продуктов и

данными о состоянии здоровья детей и подростков. В основу выбора показателей, характеризующих качество среды обитания человека, положен принцип унификации выбора химических веществ и представления информации, что согласуется с международными требованиями к оценке среды обитания человека, рекомендуемые Всемирной организацией здравоохранения.

На этапе создания информационной системы «Здоровье населения – окружающая среда» на сегодняшний день нет унифицированных методик. В последние годы значительно расширен объем исследований в области СГМ различного уровня. Так, новые научные и организационные подходы при формировании системы СГМ на региональном уровне были использованы в Свердловской области и Алтайском крае [52, 54].

Разработана система выявления критических отклонений с использованием принципа обратной связи в системе «окружающая среда - здоровье населения», примененная для ведения системы СГМ детского населения на местном уровне. Важнейшие методические вопросы для медико-экологического ранжирования территорий решены при организации системы СГМ в Туле [45]. Разработаны концепции и методы эколого-гигиенической оценки влияния загрязнения окружающей среды на население различных территорий [44, 57].

На сегодняшний день при ведении СГМ задействованы большие объемы информации, которые необходимо обновлять с разной степенью периодичности. Результаты мониторинга востребованы многими как ведомственными, так и научно-исследовательскими учреждениями. Исходя из этого, крайне актуальной является задача создания автоматизированных баз данных СГМ на муниципальных, региональных и федеральном уровне. Целью создания таких единых информационных систем является организация иерархической системы сбора, обработки, хранения, анализа и представления информации о состоянии здоровья и среды обитания человека на основе многолетних наблюдений с использованием современных

информационных технологий и унифицированных методов статистической обработки данных.

Таким образом, целью дальнейшего развития информационной инфраструктуры социально-гигиенического мониторинга в России является повсеместное внедрение современных форм и методов мониторинга, обеспечение широкого доступа к информации по вопросам обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения страны.

1.2. Методология оценки риска для здоровья населения в системе социально-гигиенического мониторинга

Количественная оценка потенциальной опасности воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения занимает особое место в системе социально-гигиенического мониторинга [77]. Во многих странах она осуществляется с помощью методологии оценки и управления экологическими рисками. Оценка риска лежит в основе деятельности практически всех международных организаций: Программы ООН по окружающей среде (UNEP), Международной организации труда (ILO), Всемирной организации здравоохранения (WHO), Международной программы по химической безопасности (IPCS), Международной торговой организации (WTO), FAO/ВОЗ (FAO/WHO) и других [62, 63, 65, 75].

В России основные положения этой методологии закреплены в документе Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (утверждено главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г.Онищенко 05.03.2004 г.). Согласно данному руководству [93] под оценкой риска для здоровья понимается процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений,

обусловленных воздействием факторов среды обитания. Данная методика позволяет не только выявить неблагоприятные в эколого-гигиеническом отношении территории, но и спрогнозировать неблагоприятные последствия для здоровья населения, что необходимо для принятия превентивных мер. То есть позволяет перейти от формальной оценки гигиенического неблагополучия окружающей среды на основе отклонения от нормативов к применению прогнозно-аналитических методов.

Анализ зарубежного опыта [2, 75] и результаты применения методологии оценки риска в ряде регионов России [21] показали высокую перспективность этих исследований и позволяют рассматривать оценку риска как надежный инструмент, способный определять целесообразность, приоритетность и эффективность превентивных оздоровительных и природоохранных мероприятий [73, 74].

Методология оценки рисками была успешно апробирована во многих регионах России. В Пермском крае под руководством профессора Н.В.Зайцевой создан и успешно функционирует Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения. Сотрудники центра ведут активную работу по совершенствованию законодательных, нормативных, методических, экономических, информационных аспектов оценки риска [3, 21, 44]. Комплексная оценка риска здоровью детского населения связанная с загрязнением атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания осуществлена в городах Нижний Тагил, Владимир, С-Петербург [25, 56, 58]. Наиболее широко методика по оценке риска применялась в Воронеже, и была описана в совместных работах Н.П. Мамчика, С.А. Куролапа, О.В. Клепикова, М.И. Чубирко [32, 59, 60].

Во многих работах проведена оценка экологически обусловленного риска здоровью населения обусловленного загрязнением атмосферного воздуха [4, 9, 20, 23, 51]. В последние годы появилось достаточно много

работ по оценке риска, связанной с качеством питьевой воды, шумового загрязнения и аэрогенного загрязнения канцерогенными веществами.

Концепция риска включает в себя два ключевых элемента – оценку риска и управление риском. Выделяется четыре основных этапа процедуры оценки риска [76]:

1. идентификация опасности;
2. оценка воздействия (экспозиции);
3. оценка зависимости «доза-эффект»;
4. характеристика риска и времени проявления токсического эффекта.

Методика оценки риска предусматривает как оценку комплексного влияния вредных факторов окружающей среды, так и воздействие отдельных источников или отдельных вредных веществ. В оценку факторов риска входит изучение токсичности веществ, находящихся в окружающей среде и отбор наиболее опасных (приоритетных) для здоровья веществ.

Идентификация опасности – первый этап процедуры оценки риска для здоровья, предусматривающий выявление всех потенциально опасных факторов, оценку весомости доказательств их способности вызывать определенные вредные эффекты у человека при предполагаемых условиях воздействия. Согласно Информационному письму «О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде и их влияние на здоровье населения» [68], на основании Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ установлен так называемый "короткий список" приоритетных веществ, потенциально наиболее опасных для здоровья населения [82].

В г.Ижевске, по данным Докладов об экологической обстановке [29], в число приоритетных газообразных примесей в воздушном бассейне города в последние годы входят формальдегид, бенз(а)пирен, фенол, диоксид азота, диоксид серы и оксид углерода. Исходя из среднегодовых концентраций этих соединений, рассчитывается индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

Эти вещества обладают широким спектром общетоксического воздействия на организм человека [14, 31, 61]. Группа риска при воздействии оксида углерода состоит из лиц с заболеваниями коронарных сосудов, цереброваскулярной и периферической сосудистых систем, больных анемией, заболеваниями легких, а также людей, испытывающих повышенные физические нагрузки. В концентрациях 9-16 мг/м³ оксид углерода может стать причиной смерти от инфаркта миокарда. Большинство токсических эффектов обусловлены способностью оксида углерода образовывать карбоксигемоглобин.

Диоксид азота и диоксид серы являются сильными раздражающими веществами. Наиболее чувствительными в отношении диоксида азота являются лица, страдающие бронхиальной астмой, у которых при концентрациях более 0,19 мг/м³ наблюдается явление выраженного бронхоспазма. Повышенную чувствительность к этому веществу отмечается у детей и лиц, страдающих хроническими заболеваниями органов дыхания. Даже при небольших концентрациях, но при постоянном воздействии, снижается иммунноустойчивость.

Больные престарелого возраста, длительно болеющие дети, лица, страдающие респираторными заболеваниями, астмой особенно чувствительны к воздействию диоксида серы. Концентрации диоксида серы на уровне 0,25 мг/м³ вызывают ухудшение их самочувствия. Вдыхание этого газа в более высокой концентрации может стать причиной удушья, расстройства речи, рвоты, острого отека лёгких.

Симптомами отравления формальдегидом являются бледность, упадок сил, бессознательное состояние, депрессия, затруднённое дыхание, головная боль, нередко судороги. При остром ингаляционном отравлении возможны конъюнктивит, острый бронхит, вплоть до отека лёгких. Постепенно нарастают признаки поражения центральной нервной системы (головокружение, чувство страха, шаткая походка, судороги). Возможны отёк гортани, рефлексорная остановка дыхания.

Формальдегид внесён в список канцерогенов, согласно ГН 1.1.725-98, в группу веществ «вероятно канцерогенных для человека» [87], при этом доказана его канцерогенность для животных. Американская национальная токсикологическая программа официально признала формальдегид канцерогеном в 2011г., хотя в списке потенциальных канцерогенов он находился с 1981г. [63]. Экспертами доказана связь формальдегида с повышенным риском развития злокачественных опухолей носоглотки.

Таким образом, по мнению целого ряда ученых [1, 2, 7, 21, 25, 48], процедура оценки риска является наилучшим современным аналитическим инструментом для характеристики влияния факторов окружающей среды на здоровье населения, а также оценки качества среды обитания. Данная методология оценки риска находит все более широкое применение в Российской Федерации в качестве составной части социально-гигиенического мониторинга, при определении приоритетов в мероприятиях по охране окружающей среды и здоровья населения, гигиенической и экологической экспертизе.

1.3. Роль медико-экологического картографирования в системе социально-гигиенического мониторинга

Особо важную роль в создании современной системы социально-гигиенического мониторинга играет геоинформационное обеспечение. Геоинформационное картографирование является относительно новым направлением в современной картографии, предусматривающее автоматизированное создание карт на основе геоинформационных систем (ГИС) и баз данных. Данный вид картографирования позволяет осуществлять

системный подход к изображению геосистем, применять различные графические средства для создания тематических карт, в том числе и медико-экологические [30, 35].

Кратко ГИС можно охарактеризовать как специализированную информационную систему, работающую с пространственными данными и прикрепленной к ним атрибутивной информацией. Структура информационных блоков медико-экологического модуля ГИС является открытой и предусматривает постоянное поступление дополнительной информации компонентного, интегрального и комплексного уровней. Медико-экологический модуль представляет собой многоуровневую систему интеграции количественных и качественных показателей, сосредоточенных в частных социально-ориентированных модулях ГИС [13]. Детальный и аргументированный процесс анализа медико-экологических ситуаций базируется на достаточно обширном банке данных. Это одно из важных требований к структуре медико-экологического модуля ГИС, так как его банк данных должен постоянно пополняться целевой информацией.

Широкий круг операций поддерживают множество ГИС – это процедуры кластеризации и классификации, построение изолиний, проверка статистических зависимостей (факториальный и корреляционный анализы). Совместный анализ медико-экологических карт разной тематики направлен на выявление пространственных связей и зависимостей. Для исследования связей особенно ценны результаты комплексного картографирования – серии карт, создаваемые по взаимоувязанным программам, по согласованной методике, на общей основе. Математико-статистический анализ открывает путь к вычислению различных количественных показателей по выборочным данным, снимаемым с карты. Если карты выполнены на одну территорию в одной системе координат, мы можем получить наложение различных тематических карт. Главная функция ГИС при наложении карт – картометрический анализ [24, 64].

Преимуществом использования ГИС в медико-экологическом картографировании является оперативность создания и корректировки, компактность хранения, возможность анализа уровня заболеваемости территориальных групп населения для принятия неотложных практических мер в области здравоохранения, выявления связей заболеваемости населения с факторами среды [19]. ГИС дают возможность привязывать карты к одинаковым масштабам и проекциям, что значительно облегчает анализ ситуации. Особенно актуально применение ГИС-технологий при изучении инфекционных заболеваний, которые характеризуются быстрой изменчивостью в пространстве и времени.

Применение ГИС и пространственного анализа в здравоохранении опирается на несколько областей знаний, таких как медицинская география, социально-экономическая география, география и геостатистика, различные методы обработки растровых изображений и многое другое. Компьютерные технологии и разрабатываемые на их основе программно-технические средства и информационные системы становятся все более универсальным инструментом, используемым в области управления общественным здоровьем и здравоохранением [86]. Они позволяют решить такие задачи, как планирование и определение приоритетных направлений медицинской помощи для районов с повышенным уровнем заболеваемости, выявление причин и связей между территориальным размещением показателей, оценка экологических рисков, усовершенствование профилактических мер, повышение доступности и качества помощи населению и др.

Работа по медико-экологическому районированию территорий предполагает эколого-гигиеническую характеристику территорий, выявление групп риска по заболеваемости и смертности, характеристику состояния общественного здоровья, проведение анализа причинно-следственных связей. Завершающим этапом указанной работы должно явиться гигиеническое ранжирование рассматриваемых регионов, дающее

комплексную оценку территориям с выявлением проблемных ситуаций и поэтапным осуществлением оздоровительных мероприятий [6, 36, 37].

Пространственный анализ и картографирование рисков для здоровья тем актуальнее, что при сопряженном анализе зон воздействия и адресных реестров территорий появляется возможность корректного определения численности населения под воздействием с учетом половозрастной структуры этого населения [3]. Именно эта информация является основной базой для принятия управленческих решений по обеспечению безопасности населения и приоритезации проблем (табл. 1).

Исходя из этого, создание медико-экологических карт и атласов на основе использования математико-картографического моделирования и современных геоинформационных технологий является перспективным направлением и отвечает требованиям превентивного подхода в здравоохранении [11]. Для этого необходимы совместные усилия специалистов в области экологии человека, гигиены окружающей среды, здравоохранения, геоинформационных технологий для создания аналитических и синтетических материалов, позволяющих в комплексе представить уровень комфортности окружающей среды в пределах того или иного региона и в динамике оперативно отслеживать изменения медико-экологической ситуации.

Таблица 1

Критерии территорий с учетом количества населения, проживающего в условиях различного риска для здоровья [3]

Количество населения в зоне опасности	Уровень индивидуального риска для здоровья			
	пренебрежимо малый	умеренный	высокий	очень высокий
до 100 чел.	IV	III	III	II
от 100 до 1 тыс.чел.	III	III	II	II
от 1 тыс. до 10 тыс.чел.	III	II	II	I
более 10 тыс.чел.	III	II	I	I

Категория I	Приоритеты первого уровня. Территории очень высокого индивидуального риска для здоровья с высокой численностью населения под воздействием. Требуют мер в рамках экстренного и/или краткосрочного планирования.
Категория II	Приоритеты второго уровня. Территории высокого индивидуального риска для здоровья с незначительной численностью населения под воздействием или умеренного индивидуального риска с большой численностью населения. Требуют включения в краткосрочные планы и программы действий по минимизации рисков для здоровья населения.
Категория III	Приоритетом не являются. Территории умеренного риска для здоровья населения. Требуют плановых мер в рамках среднесрочных планов действий.
Категория IV	Приоритетом не являются. Территории низкого риска для здоровья. Мер по снижению рисков не требуют.

На уровне г.Ижевска итогом многолетней работы по мониторингу за состоянием компонентов окружающей среды, формированию информационной базы данных, применению ГИС-технологий в экологическом и медико-экологическом картографировании стал Социально-экологический атлас г. Ижевска, созданный в 2002-2003 гг. [15, 40, 41]. Атлас был создан сотрудниками кафедры природопользования и экологического картографирования Удмуртского госуниверситета под научным руководством д.г.н., профессора В.И. Стурмана в рамках федеральной программы «Университеты России» (проект УР.08.01.033: «Разработка методики и теоретических аспектов использования геоинформационных технологий при картографическом исследовании экологической обстановки в условиях промышленного города»). Экологическая обстановка города была отражена в электронной версии целой серии крупномасштабных карт территории г.Ижевска и окрестностей.

Следует отметить, что представленные в данном атласе карты, характеризующие состояние окружающей среды столицы Удмуртии, отражают лишь существующее на тот момент положение и как всякая статистическая информация устаревает уже на выходе из печати. Поэтому необходимы согласованные действия Управления природных ресурсов и

охраны окружающей среды администрации г.Ижевска, Республиканского медицинского информационно-аналитического центра и специалистов в области ГИС-технологий для разработки программного обеспечения и картографических программных продуктов, что позволит оперативно получать, обрабатывать и картографировать экологическую и медико-статистическую информацию.

Информатизация здравоохранения и развитие информационно-коммуникационных технологий, разработка программного обеспечения и картографических программных продуктов дает возможность создавать и постоянно обновлять (например, по данным годовых отчетов) карты, отражающие экологическую обстановку и состояние общественного здоровья, сопоставлять медико-статистическую, социально-экономическую и экологическую информацию. При этом появится возможность не только констатировать существующее положение, но и прогнозировать возможные тенденции развития ситуации.

Глава 2

МЕТОДИЧЕСКАЯ БАЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СВЯЗИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ г.ИЖЕВСКА

2.1. Методика оценки ингаляционного риска здоровью населения г.Ижевска

В настоящее время основным вариантом для анализа причинно-следственных связей в системе «здоровье населения – окружающая среда» является оценка риска [88]. Характеристика риска включает в себя установление ведущего пути поступления вредных веществ в организм (воздух, вода, почва и т.д.), численности населения, подвергающегося вредному влиянию, уровней концентраций по данным мониторинга объектов окружающей среды, или (и) результатам моделирования рассеивания загрязняющих веществ [93].

При оценке риска потенциальные дозы, как правило, усредняются с учетом массы тела и времени воздействия. Такая доза носит название средней суточной дозы. При этом обычно принимается допущение, что в среднем суточное потребление атмосферного воздуха для взрослого человека составляет 20 м³/сутки. Средняя суточная доза (ADD) при ингаляционном воздействии загрязняющих веществ, поступающих с атмосферным воздухом, с учетом стандартных значений (табл. 2), определяется по следующей формуле:

$$ADD = ((Ca * Tout * Vout) + (Ch * Tin * Vin)) * EF * ED / (BW * AT * 365)$$

Таблица 2

Составляющие формулы и стандартные значения показателей, принимаемых среднесуточных доз при ингаляционном воздействии веществ с атмосферным воздухом [93]

Параметр	Характеристика	Стандартное значение
ADD	Среднесуточная доза (величина поступления), мг/(кг*день)	-
Ca	Концентрация вещества в атмосферном воздухе, мг/м ³	-
Ch	Концентрация вещества в воздухе жилища, мг/м ³	при отсутствии данных = Ca
Tout	Время, проводимое вне помещений, час/день	8 ч/день
Tin	Время, проводимое внутри помещений, час/день	16 ч/день
Vout	Скорость дыхания вне помещений, м ³ /час	1,4 м ³ /час
Vin	Скорость дыхания внутри помещения, м ³ /час	0,63 м ³ /час
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
ED	Продолжительность воздействия, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет
BW	Масса тела, кг	взрослые: 70 кг; дети: 15 кг
AT	Период осреднения экспозиции, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет (независимо от возраста)

Для неканцерогенных веществ, то есть веществ, не вызывающих образование злокачественных опухолей, допускается существование пороговых уровней, ниже которых вредные эффекты возникать не должны. Общетокический (неканцерогенный) риск при ингаляционном поступлении загрязняющих веществ количественно оценивается на основе расчета коэффициента опасности (HQ) по формуле:

$$HQ = C_i / RfC, \text{ где}$$

C_i – средняя концентрация, мг/м³; RfC – референтная концентрация, мг/м³

Референтные (безопасные) концентрации (RfC) являются справочными величинами, указанными в приложении к Руководству. Их значения, для

веществ, учитываемых при оценке риска здоровью в данной работе, указаны в таблице 3.

Таблица 3

Референтные концентрации отдельных загрязняющих веществ при хроническом ингаляционном поступлении в организм человека (Фрагмент приложения Р.2.1.10.1920-04) [93 с изменениями по формальдегиду]

Вещество	RfC, мг/ м ³	Поражаемые органы и системы
Углерод диоксид	3	кровь, сердечно-сосудистая система, развитие, центральная нервная система
Сера диоксид	0,05	органы дыхания, смертность
Азот диоксид	0,04	органы дыхания, кровь (образование метгемоглобина)
Формальдегид	0,01	органы дыхания, глаза, иммун. (сенсиб.)

При отсутствии RfC используют предельно допустимую концентрацию (ПДК) или ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ). Исходя из этого при расчёте индекса неканцерогенного риска по формальдегиду была изменена референтная доза. На основании Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 17.06.2014 N 37 «О внесении изменения N 11 в ГН 2.1.6.1338-03 [90], был изменен класс опасности формальдегида (с I к.о. на II к.о.) и в 3,3 раза увеличена среднесуточная ПДК (с 0,003 мг/м³ до 0,01 мг/м³).

Согласно методике, рекомендованной ВОЗ, расчет индекса индивидуального неканцерогенного риска (ИНР) производится по несколько иной формуле:

$$\text{ИНР} = \text{СДД} \cdot \alpha / \text{RfD}, \text{ где}$$

RfD – референтная доза; измеряется как произведение предельно допустимой концентрации (ПДК) токсиканта на коэффициент запаса (K_з), который характеризует степень токсичности загрязнителя и является величиной

постоянной (для веществ 1-го класса опасности – 7,5; 2-го класса опасности – 6; 3-го класса опасности – 4,5; 4-го класса опасности – 3);

α – константа, показывающая долю времени в течение жизни, когда наблюдается воздействие (α = время воздействия/время жизни);

СДД – средняя дневная доза поглощения загрязнителя (мг/кг массы в сутки);
рассчитывается по формуле:

$$\text{СДД} = C \cdot V/W, \text{ где}$$

C – концентрация загрязняющего вещества, мг/м³; V – суточное потребление атмосферного воздуха, м³/сут; W – средняя масса тела, кг.

Значения ИНР выражаются в долях единицы и показывают вероятность возникновения неканцерогенных эффектов, поэтому значения можно интерпретировать как количество шансов из 100. В соответствии с градацией Всемирной организации здравоохранения ИНР до 1 % свидетельствует об отсутствии риска, в пределах от 1 % до 3 % – о невысоком риске, от 3 % до 5% – о повышенном риске, свыше 5 % – о высоком риске.

С учетом однонаправленности воздействия веществ на органы и системы человека рассчитывается индекс опасности (СИ или НИ) в зависимости от характера суммируемых рисков (канцерогенный или неканцерогенный), т.е. риск комбинированного эффекта по формулам:

$$\text{СИ} = \text{CR}_1 + \text{CR}_2 + \dots + \text{CR}_n \quad \text{либо} \quad \text{НИ} = \text{HQ}_1 + \text{HQ}_2 + \dots + \text{HQ}_n, \text{ где:}$$

n – число веществ однонаправленного воздействия;

$\text{CR}_{1\dots n}$, $\text{HQ}_{1\dots n}$ – коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

Оценка неканцерогенного риска проводится как суммарно, так и по отдельным критическим органам и системам. Количественно он оценивается на основе расчета коэффициента опасности (HQ): если величина риска менее 0,8, то неканцерогенный риск считается допустимым (менее 0,5 – целевой

риск), не вызывающим беспокойства; от 0,8 до 1,0 - предельно допустимым, вызывающим беспокойство; при значениях более 1 риск считается опасным.

Данная методика позволяет рассчитать не только вероятность, но и время наступления потенциального токсического эффекта. При этом принимается допущение, что «опасное» время составляет менее одной трети средней продолжительности жизни человека, т.е. менее 25 лет; а риск свыше 70 лет – практически не существенный, т.е. в течение жизни не проявится и не представляет реальной опасности. При расчете времени наступления токсического эффекта используется формула:

$$T = 10^{\{\lg(T_0) - \lg((C_i / \text{ПДК})^b)\}} \text{ где:}$$

T – вероятное время наступления токсического эффекта;

T₀ – расчетное время гарантированного отсутствия токсического эффекта, на которое разрабатывается норматив (25 лет);

C_i – осредненная концентрация вещества в атмосферном воздухе населенных мест за оцениваемый период;

ПДК – отечественный гигиенический норматив; lg – десятичный логарифм;

b – коэффициент изоэффективности, учитывающий особенности токсических свойств вещества (определяется в соответствии с классом опасности: константа, принимающая значения 2,4; 1,3; 1; 0,86 соответственно для веществ 1; 2; 3; 4 классов опасности; при C_i меньше ПДК независимо от класса опасности b = 1).

Риск по величине T оценивается по следующей шкале: 1) опасный – менее 25 лет; 2) вызывающий опасение – от 25 до 45 лет; 3) вызывающий беспокойство – от 45 до 70 лет; 4) допустимый (неопасный) – более 70 лет.

Таким образом, исходя из среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ, полученных как на стационарных постах наблюдения, так и при эпизодических замерах, по данным 2001-03, 2008-10 и 2014-16 годов, была рассчитана величина индивидуального общетоксического риска при хроническом воздействии загрязненного

атмосферного воздуха г.Ижевска на здоровье детского населения. Расчет проводился на базе программного обеспечения EXCEL (версия 11.0). Для отображения территориального распределения величины риска использовалась программа MapInfo Professional 12.0. и многофункциональный графический редактор Adobe Photoshop CS6.

В ГИС MapInfo Professional 12.0 на готовый растр для постройки карт наносились значения индекса общетоксического риска, соответствующие каждой точке, и методом интерполяции, посредством полилиний, оцифровывались изолинии соразмерные определенным значениям риска. Затем происходил экспорт картосхем с единицей растрового изображения 7000 пикселей в формате bmp. В графическом редакторе Adobe Photoshop CS6 проводилась финишная обработка картосхем. В итоге были созданы карты распределения уровней ингаляционного риска отдельно по каждому из рассматриваемых загрязняющих веществ и карта суммарного индекса риска.

Также была проанализирована динамика тесноты связи рассматриваемых показателей за 25-летний период. При этом были использованы методы крупномасштабного экологического и медико-экологического картографирования, сбор, обработка и интерпретация исходной санитарно-эпидемиологической информации, пространственно-временной анализ медико-статистической и экологической информации и другие.

2.2. Методика создания информационной базы и картографирования состояния атмосферного воздуха г.Ижевска

В г.Ижевске наблюдение за состоянием атмосферного воздуха осуществляет аккредитованная комплексная лаборатория мониторинга

окружающей среды (КЛИМС) Удмуртского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УЦГМС) согласно «Гигиеническим нормативам предельно допустимых концентраций и оценки безопасного уровня воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (ГН 2.16.1338-03 и ГН 2.16.1339-03) [66, 67, 94].

В настоящее время данная лаборатория проводит регулярные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха г.Ижевска на 4 стационарных и 2 маршрутных постах [29]:

- ПНЗ-2 ул. 3.Космодемьянской, 109;
- ПНЗ-3 ул. 50 лет Пионерии, 37;
- ПНЗ-6 ул. Воровского, 102;
- ПНЗ-8 ул. Автозаводская, 15.
- ПНЗ-7 ул. 40 лет Победы (маршрутный пост);
- ПНЗ-1 пер. Интернациональный, 11(маршрутный пост).

При оценке риска для здоровья населения Ижевске в 2004 г. [33] были учтены данные 8-ми стационарных и маршрутных, а также 56 подфакельных пунктов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха. Кроме того, в расчет были включены результаты анализов атмосферного воздуха на 10-ти перекрестках наиболее загруженных автодорог города. Учитывались усредненные среднегодовые концентрации пяти основных загрязняющих газообразных соединений за период 2001–2003 гг. Были выбраны вещества, не оказывающие канцерогенный эффект, то есть не вызывающие образование злокачественных опухолей, – оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, фенол и формальдегид.

Повторная оценка риска для здоровья детского населения г.Ижевска [17, 23, 39] была произведена с учетом среднегодовых концентраций по четырем основным загрязняющим веществам (оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, формальдегид), зафиксированных за период с 2008 по 2012 г. К сожалению, к этому времени мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на подфакельных постах наблюдения перестал осуществляться.

Поэтому были учтены данные только 4-х стационарных и 2-х маршрутных постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, а также результаты замеров концентраций загрязняющих веществ по 6-ти перекресткам автодорог города. Была осуществлена выкопировка данных о концентрации загрязняющих веществ из протоколов лабораторных исследований аккредитованного испытательного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Удмуртской Республике» за 5 лет. Замеры проводились один раз в квартал, три раза в сутки по пяти веществам в течение десяти дней. Были рассчитаны среднесуточные концентрации, среднегодовые и средние концентрации за пять лет по каждому из рассматриваемых веществ.

Существующая на сегодняшний день в г.Ижевске сеть мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха не позволяет проводить детальный пространственно-временной анализ результатов замеров концентраций основных загрязняющих веществ. Например, из пяти приоритетных соединений, концентрации таких наиболее опасных веществ как формальдегид, бенз(а)пирен и фенол определяются только на одном-двух постах наблюдения.

Исходя из этого, в 2014-16 годах при помощи газоанализатора ГАНК-4 аккредитованной лаборатории ФГБОУ ВО «Удмуртский госуниверситет» было проведено исследование состояния атмосферного воздуха, дополняющее результаты отбор проб воздуха на существующих постах сети мониторинга. На протяжении 2014-2016гг определялись среднесуточные концентрации по следующим веществам: углеводороды предельные (C1-C10), углерода оксид (CO), формальдегид (НСОН), азота диоксид (NO₂). Отбор проб проводился согласно программе эпизодических исследований [66] в течение 10-ти дней в каждые 3-4 месяца, 3 раза в сутки (в 6, 12 и 18 часов) на 12-ти точках по маршруту в установленной последовательности (рис. 2). Выбор мест расположения пунктов контроля осуществлялся исходя из следующих принципов:

1. Репрезентативность. В контексте выбора репрезентативных участков городской среды, характеризующихся теми или иными уровнями загрязнения, необходимо опираться на терминологию операционно-территориальных единиц (ОТЕ). В рамках данных исследований, было принято допущение, что для городской среды, с характерным значительным вкладом в загрязнение атмосферного воздуха приземных источников, уровень загрязнения в значительной степени зависит от типа хозяйственного использования территории. Таким образом, в качестве ОТЕ были взяты единицы функционально-территориального деления г.Ижевска. Пункты отбора проб располагались таким образом, чтобы была получена информация о загрязнении атмосферного воздуха по каждой функционально-хозяйственной зоне (согласно Генеральному плану г.Ижевска).

2. Учет процессов рассеяния примеси в атмосферном воздухе. Поскольку географическая среда в целом континуальна, с отдельными элементами дискретности, в пределах городской среды, точки отбора проб воздуха необходимо располагать с учетом преобладающего переноса ветров и наличия барьеров на пути атмосферной миграции (орографические элементы, здания, массивы лесных насаждений).

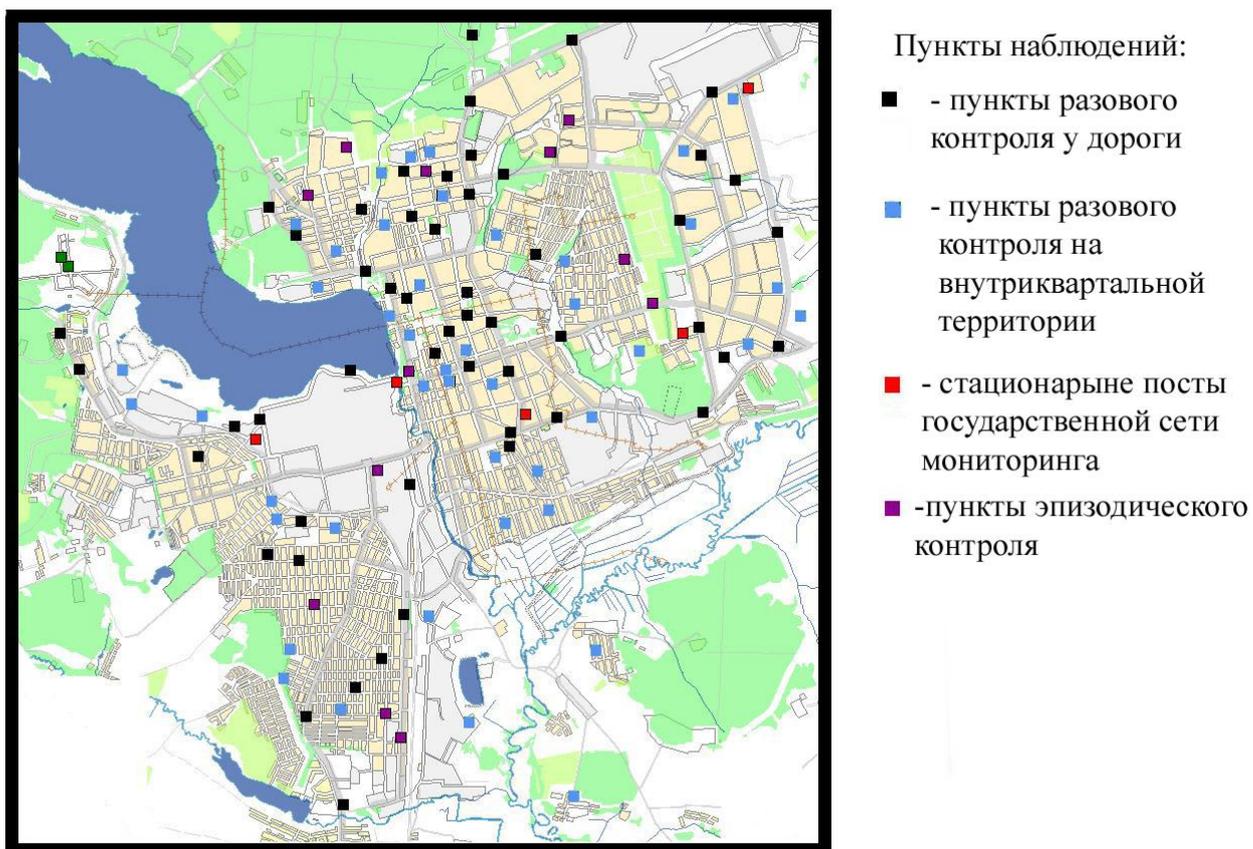


Рис. 2. Пункты стационарного и временного мониторинга за состоянием воздушного бассейна г. Ижевска, 2014-2016гг.

В общей сложности, в рамках программы эпизодического исследования состояния атмосферного воздуха по каждому из четырех компонентов (углеводороды, оксид углерода, формальдегид и диоксид азота) было осуществлено более 3500 измерений. В ходе проведения исследования, в отдельные десятидневные периоды перечень контролируемых компонентов расширился: дополнительно проводился отбор проб воздуха с определением концентраций диоксида серы и оксида азота. В тоже время, в связи с тем, что за период контроля содержание данных компонентов в атмосферном воздухе не превышало 0,2 ПДК и в связи с наличием ограничений организационно-технического характера (продолжительность прохождения маршрута составляла 4-6 часов), контроль содержания в атмосферном воздухе данных примесей в дальнейшем не проводился. Замеры, проведенные параллельно на пунктах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха Удмуртского

центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, показали сходимость замеренных концентраций загрязняющих веществ.

Для проведения пространственного анализа уровня загрязнения атмосферного воздуха г.Ижевска были проведены дополнительные разовые исследования состояния атмосферного воздуха на 120 точках. Исследования проводились в апреле 2016 года (Октябрьский район) и сентябре 2016 года (Первомайский, Устиновский, Индустриальный, Ленинский районы). Разовый отбор осуществлялся в течение 3-х дней, в середине недели, в период с 8.00 до 16.00 часов при отсутствии неблагоприятных для рассеивания загрязняющих веществ метеоусловий. Привязка полученных разовых концентраций к среднегодовым значениям производилась через коэффициент, рассчитываемый как отношение среднего значения концентрации примеси в точках эпизодического контроля состояния атмосферного воздуха за период с 2014 по 2016 год к среднему значению в точках эпизодического контроля, полученному в период разовых исследований:

$$K = C_{\text{эп.}(2014-2016)} / C_{\text{эп. разовые}}, \text{ где}$$

K – коэффициент, позволяющий произвести временную интеграцию разовых и многолетних исследований;

$C_{\text{эп.}(2014-2016)}$ - среднее значение концентрации примеси в точках эпизодического контроля состояния атмосферного воздуха за период с 2014 по 2016 год;

$C_{\text{эп. разовые}}$ - среднее значение в точках эпизодического контроля, полученное в период разовых исследований, проводимых в период с мая по октябрь 2016 года.

Необходимо отметить, что значения данного коэффициента составили 1,2, что свидетельствует о достаточно близких к среднегодовым показателям значений полученных в ходе разовых исследований.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) рассчитывался по общепринятой формуле:

$$\text{КИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C}{\text{ПДК}} \right)^a$$

C- среднесуточная концентрация загрязняющего вещества (ЗВ);

ПДК – среднесуточная предельно допустимая концентрация ЗВ;

a – константа приведения степени вредности вещества к степени вредности SO₂ (определяется в соответствии с классом опасности: константа, принимающая значения 1,5; 1,3; 1; 0,85 соответственно для веществ 1; 2; 3; 4 классов опасности) [5].

Для картографирования полей концентраций загрязняющих веществ и КИЗА на территории города Ижевска был выбран способ изолиний с применением в качестве выразительного средства цветовой шкалы, где интенсивность цвета возрастает с ростом значений показателя. Пространственная интерполяция полученных по 120 точкам значений концентраций примеси осуществлялась при помощи метода линейной интерполяции с учетом географической проницаемости среды. В качестве орографических барьеров на пути следования атмосферных поллютантов принимались многоэтажные здания, коренной берег Ижевского пруда, рек Позимь и Подборенка, массивы зеленых насаждений. При отсутствии такого рода препятствий, интерполяция проводилась линейным методом.

2.3. Методика сбора, обработки, картографирования и анализа медико-статистической информации о состоянии

Здоровье детского контингента населения является наиболее чутким индикатором состояния окружающей среды, особенно воздушной. Растущий организм в силу анатомо-физиологических особенностей (прежде всего, с высоким обменом веществ) более восприимчив к воздействию любых неблагоприятных факторов, включая токсические соединения, а сроки проявления неблагоприятных эффектов у них короче. Это повышает достоверность медико-статистических исследований, позволяет дать более объективные выводы об экологической обусловленности многих заболеваний [69-72].

Территориальная привязка, незначительная подверженность внутригородским миграциям, организованность детских коллективов и их медицинского обслуживания, отсутствие профессиональных вредностей – все это облегчает подбор групп и вычленение возможного неблагоприятного действия загрязнения окружающей среды на здоровье ребенка [95]. Поэтому в большинстве исследовательских работ состояние здоровья детского населения рассматривается как наиболее чуткий индикатор состояния окружающей среды [4, 8, 9, 20, 51, 55]. Рассмотрено преимущественно воздействие аэрогенного загрязнения, как наиболее значимого экологического фактора, обуславливающего пространственную дифференциацию уровней заболеваемости детского населения крупных городов. Комплексная эколого-гигиеническая оценка факторов риска в исследовательских работах встречается значительно реже [10, 12, 42].

В основу деятельности детских городских поликлиник (ДГП) положен территориально-участковый принцип, т.е. оказание медицинской помощи населению, проживающему на определенной близлежащей территории. Этот принцип сохранен в работе участковых врачей-педиатров, закрепленных за конкретным контингентом детского населения. Средняя рекомендуемая численность педиатрического участка – 800 детей. Однако при

формировании педиатрических участков учитывается их протяженность, удаленность от поликлиники, наличие общественного транспорта. Исходя из этого, численность населения на отдельных участках, особенно, в районах частной жилой застройки, может отличаться от рекомендуемой.

Численность детского населения г.Ижевска до 14 лет на 1.01.2016г. составляла 128 516 человек (20% от общей численности населения). Для медицинского обслуживания этой категории населения функционирует 12 бюджетных учреждений Министерства здравоохранения Удмуртской Республики: 8 детских поликлиник и 4 детских отделения в составе городских поликлиник (табл. 4).

Таблица 4

***Отдельные характеристики детских городских поликлиник г.Ижевска
(по состоянию на 1.01.2016г.)***

Поликлиника	Адрес	Количество участков	Количество обслуживаемого населения	Площадь обслуживания (км ²)
ДГП № 1	ул. Ленина, 17	16	12143	6,350
ДГКП № 2	ул. Наговицына, 10	12	11676	6,300
ДГП № 3	ул. Нагорная, 56а	15	6146	16,750
ДГКП № 5	ул. Воровского, 135	14	11676	8,225
ДГП № 6	ул. Баранова, 48	17	14238	7,484
ДГКП № 7	ул. Буммашевская, 96	17	13101	4,052
ДГКП № 8	ул. 40 лет Победы, 70а	19	13667	3,312
ДГП № 9	ул. Холмогорова, 43	27	19774	5,287
ДП № 1	ул. Ворошилова, 12	9	7311	1,243
ДП № 2	ул. Труда, 54	6	5139	1,035
ДП № 3	ул. Репина, 35	8	12244	3,023
ДП № 5	ул. Короткова, 7а	14	11294	2,762

(ДГП – детская городская поликлиника, ДГКП - детская городская клиническая поликлиника, ДП - детская поликлиника)

Территории обслуживания детских поликлиник существенно отличаются по площади – от 1 до 16,8 км² и, соответственно, по количеству педиатрических участков – от 6 до 27. Наибольшая численность детского населения характерна для ДГП № 9, обслуживающей микрорайон Metallurg. Наибольшие площади педиатрических участков отмечаются в пределах ДГП

№3, которая обслуживает преимущественно частный жилой сектор Ленинского района г.Ижевска. Самые отдаленные педиатрические участки принадлежат детским поликлиникам № 3 и № 7 – д. Шунды и пос. Старки.

На учет в детскую поликлинику можно встать по фактическому месту жительства, независимо от наличия прописки и регистрации. Если по месту жительства нет никакой поликлиники, родитель имеет право выбрать любое бесплатное детское учреждение.

Учет уровня заболеваемости детей ведется медицинскими статистиками каждой поликлиники. За единицу наблюдения принимают первое обращение к врачу по данному заболеванию в календарном году (первичная заболеваемость). Общая заболеваемость учитывает кроме первичной обращаемости, обращаемость детей, состоящих на диспансерном учете. На ребёнка, обратившегося в ДГП за медицинской помощью, оформляется статистический талон уточненных диагнозов (учетная форма № 25в). Талоны с каждого участка поступают в кабинет статистики, где обрабатываются соответствующим образом. Все амбулаторно-поликлинические учреждения составляют отчетную форму № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения» [42]. Далее эта форма отправляется в Оргметодотдел Управления здравоохранения г.Ижевска.

Преимущества использования данных официальной медико-статистической отчетности об уровне заболеваемости населения на территории обслуживания лечебно-профилактических учреждений состоят в их полноте (т.к. годовая отчетность по состоянию здоровья является обязательной), большей достоверности (т.к. чем меньше территориальная ячейка, тем менее искажена статистическая информация на выходе), единстве их математико-статистической обработки, дифференцированности показателей.

По форме представления показатели распространённости болезни можно подразделить на абсолютные и относительные. Абсолютные

представляют собой фиксацию каждого случая болезни на изучаемой территории в определённый промежуток времени. Важной характеристикой таких показателей являются их точная географическая привязка, т.е. место жительства больного. Абсолютные показатели целесообразно использовать при исследовании небольшой территории. Для того чтобы объективно оценить уровень заболеваемости, используются относительные показатели, отражающие удельное количество больных людей среди всего населения, где помимо уровня, анализируются структура заболеваемости, т.е. доля отдельных классов болезней от общего количества случаев заболеваний.

Таким образом, в данной работе, на основе исходной информации, предоставленной Оргметотделом Управления здравоохранения г. Ижевска, были рассчитаны относительные (на 1000 населения соответствующего возраста) значения уровня общей заболеваемости детского населения, обслуживаемого каждой из 12-ти ДПП г.Ижевска по 15-ти классам болезней (согласно Международной классификации болезней МКБ-10). Данные по обращаемости за медицинской помощью и количеству детей в пределах педиатрических участков были предоставлены непосредственно статистическими отделами ДПП. На уровне участков обслуживания были рассчитаны показатели по уровню общей заболеваемости, заболеваемости органов дыхания и аллергическим болезням. Следует отметить, что за период с 1990 года количество и территории обслуживания педиатрических участков и поликлиник в целом многократно менялись, что не позволяет в полной мере сопоставить эти показатели в динамике.

Для анализа динамики уровня заболеваемости детского населения г.Ижевска за 20-летний период (с 1995 по 2015 гг.) медико-статистическая информация была взята из ежегодных Государственных докладов о состоянии здоровья населения, публикуемых Республиканским медицинским информационно-аналитическим центром Министерства здравоохранения Удмуртской Республики. Территориальный анализ уровня заболеваемости детского населения осуществлялся посредством применения методов

крупномасштабного картографирования на уровне 170-ти педиатрических участков обслуживания городских детских поликлиник. Для построения карт отображающих территориальное распределение уровня заболеваемости использовалась программа MapInfo Professional 7.0. В качестве топоосновы при оцифровке границ обслуживания ДГП и педиатрических участков использовались карто-схемы г.Ижевска масштабом 1:50000.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ г.ИЖЕВСКА

Мониторинг уровня детской заболеваемости, как индикатора экологического состояния окружающей среды г.Ижевска, ведется на кафедре экологии и природопользования в Удмуртском государственном университете с 1990-х годов [38].

Следует отметить, что за последние 25 лет в Удмуртской Республике сохраняются негативные тенденции, связанные с состоянием здоровья населения [18], что характеризуется ростом уровня смертности, заболеваемости, инвалидности, а так же ухудшением показателей физического развития детей всех возрастных групп.

Уровень заболеваемости и инвалидности детского населения существенно выше аналогичных показателей среди взрослых, как среди городского, так и сельского населения (рис. 3, 4, 6). При этом, в городах уровень смертности детей в последние годы снизился [43]. В сельской местности этот показатель остается в 1,5-2 раза выше (рис. 5). Такая ситуация обусловлена, прежде всего, лучшей диагностикой болезней среди городского населения и своевременным оказанием медицинской помощи.

Уровень заболеваемости детского населения г.Ижевска один из самых высоких. В отдельные годы этот показатель был в 1,5-2 раза выше аналогичных показателей других городов республики (рис. 7). С 2010г. наметилась выраженная тенденция к снижению уровня заболеваемости детского населения Ижевска, Сарапула и Воткинска, в то время как в Глазове показатели за последние 5 лет превышают уровень в 3500 %.

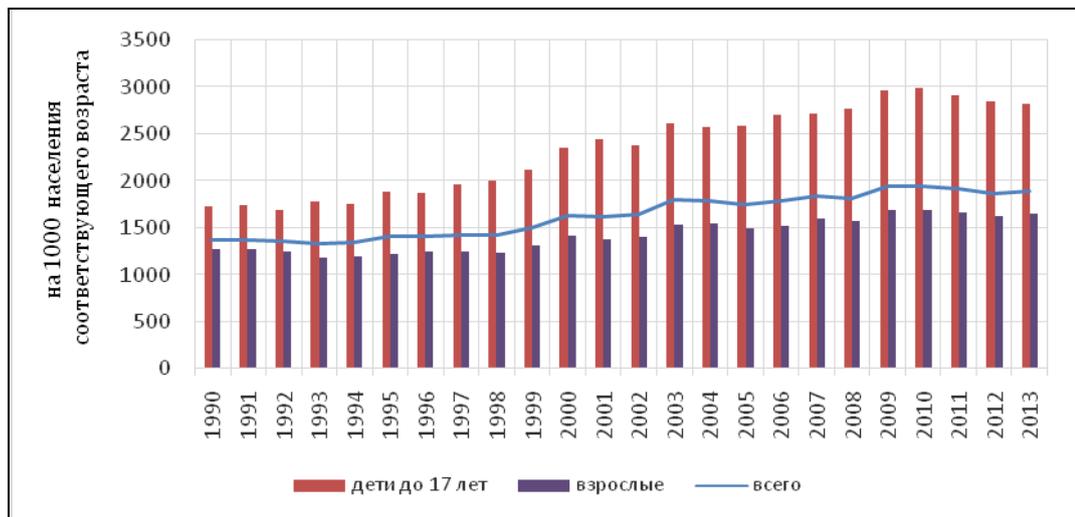


Рис. 3. Уровень общей заболеваемости взрослого и детского населения Удмуртской Республики.

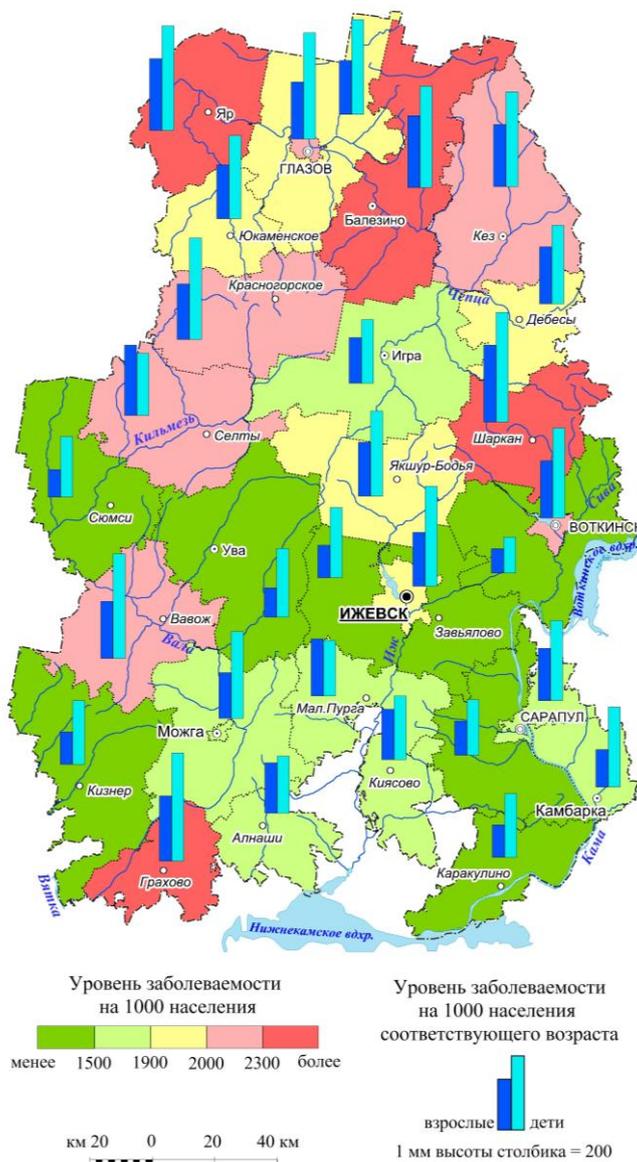


Рис. 4. Уровень общей заболеваемости населения Удмуртской Республики, 2011-2013гг.



Рис. 6. Уровень смертности детского населения (до 17 лет), 2011-13гг.



Рис. 5. Первичная инвалидность детского населения, 2012-14гг.

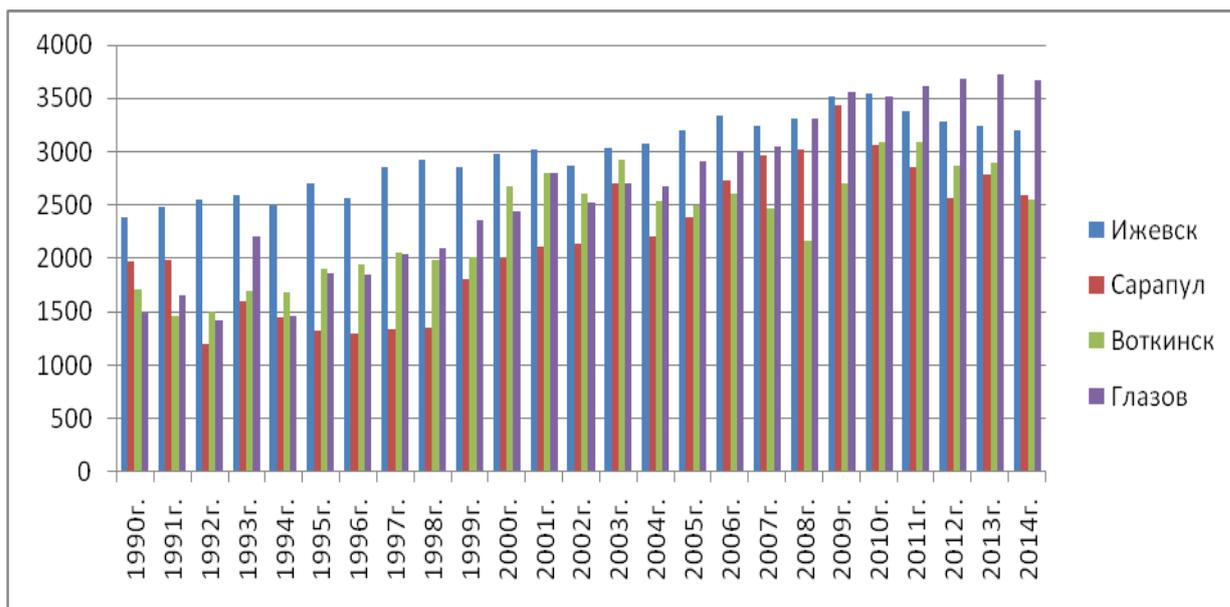


Рис. 7. Уровень заболеваемости детского населения по городам УР, на 1000 детей до 17 лет.

Снижение уровня заболеваемости наметилось, прежде всего, среди детей до 14 лет (на 10 % с 2010 по 2014 гг.), хотя в данной возрастной группе показатели остаются в 2 раза выше заболеваемости взрослого населения (рис. 8). Заболеваемость подростков продолжает оставаться на достаточно высоком уровне (выше 2500 ‰).

В целом за 2000-2016 гг. уровень общей и первичной заболеваемости детского населения г.Ижевска вырос на 2,2 % и 8,4 % соответственно (рис. 9). Причем максимальные значения наблюдались в 2010 г. Начиная с 2010 г. наметилась выраженная тенденция к снижению уровня как общей, так и первичной заболеваемости детей. В пределах г.Ижевска наиболее высокая заболеваемость отмечается для поликлиник, обслуживающих микрорайоны Центр и Буммаш. С начала 1990-х годов остается неблагоприятной ситуация в пределах ДГКП № 2 (рис. 10). В начале 2000-х годов уровень заболеваемости здесь был самым высоким среди детского населения города (более 3500 ‰), причем по всем педиатрическим участкам.

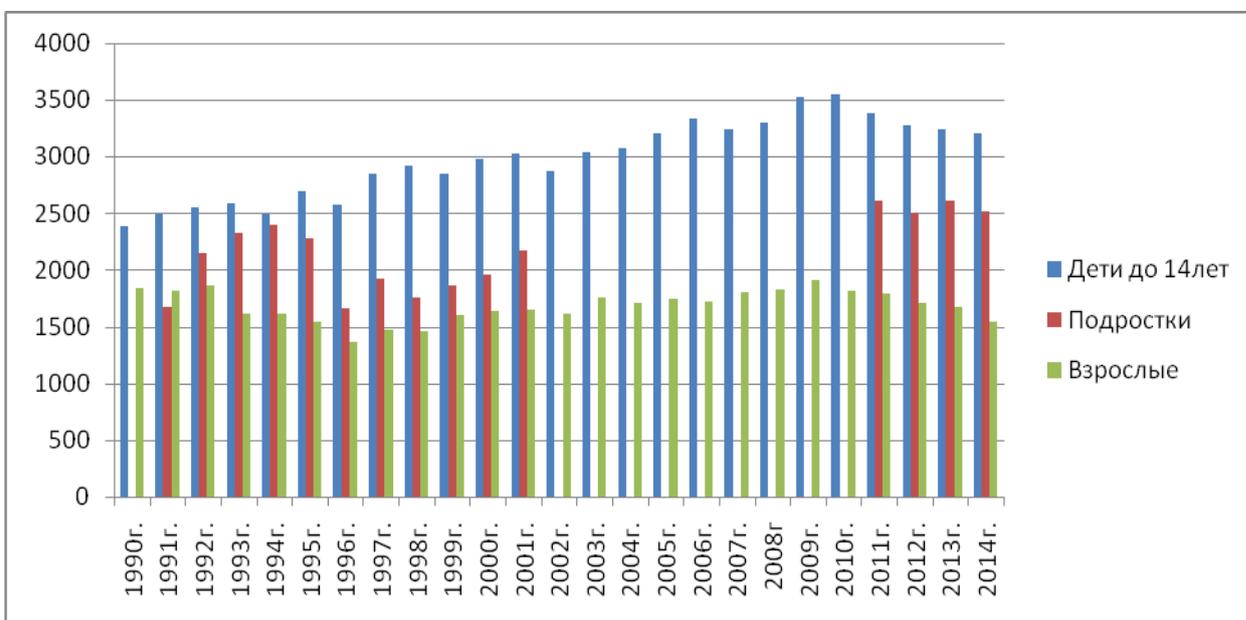


Рис. 8. Уровень заболеваемости населения г.Ижевска по отдельным возрастным категориям, на 1000 населения соответствующего возраста.

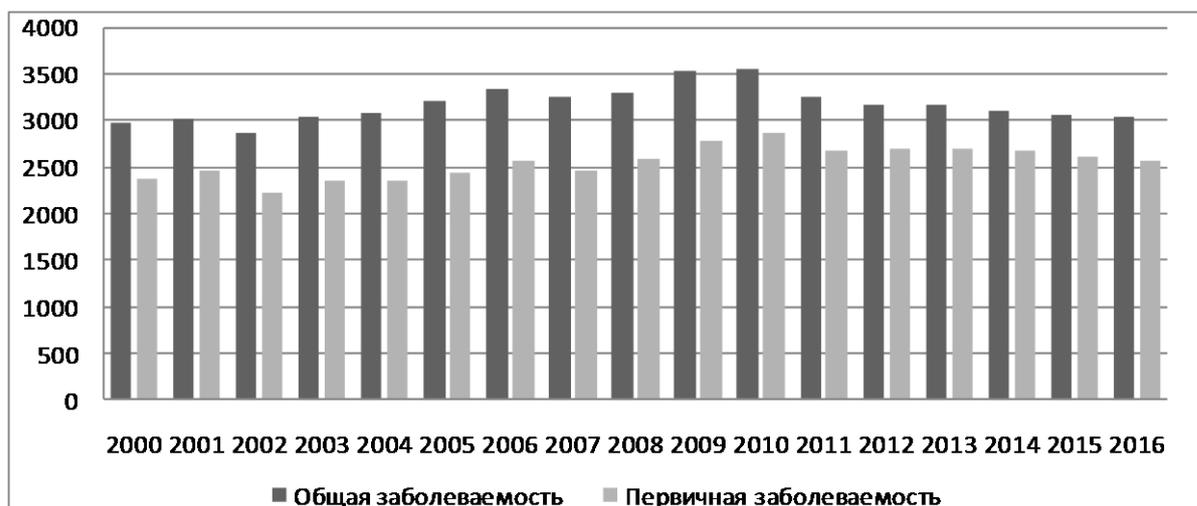


Рис. 9. Уровень заболеваемости детского населения г.Ижевска (на 1000 человек до 17 лет).

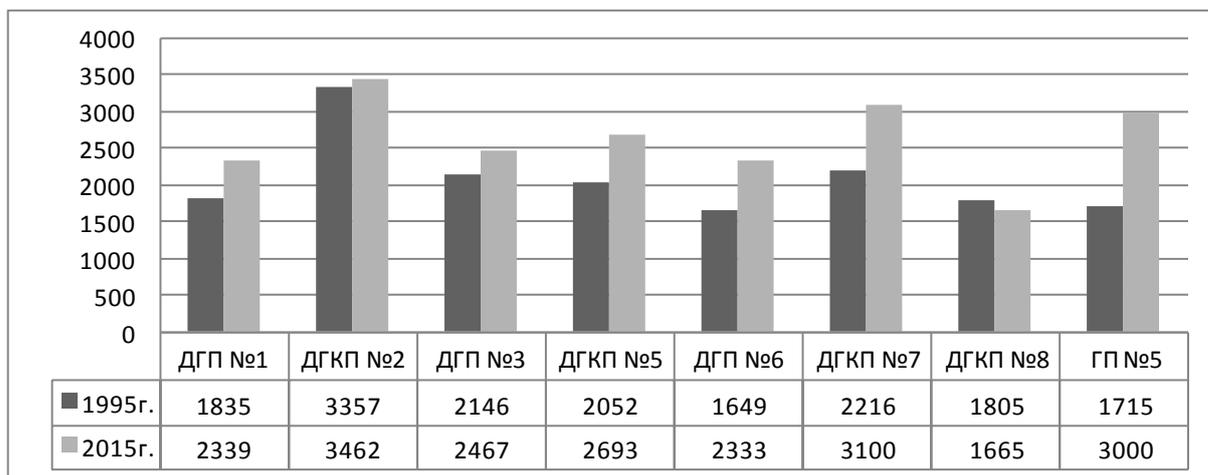


Рис. 10. Динамика общей заболеваемости детского населения г.Ижевска в разрезе детских городских поликлиник, %.

В настоящее время по всем поликлиникам, за исключением ДГКП № 8 (район обслуживания микрорайона Старый Аэропорт), показатели общей заболеваемости в целом возросли на 20 % (рис. 11, 12). В северо-западной и центральной частях г.Ижевска сохраняется наиболее высокий уровень общей заболеваемости. Заболеваемость детей на территории обслуживания ДГП № 3 и № 6 возросла незначительно, поэтому в Ленинском районе, как и в микрорайоне Старый Аэропорт, медико-экологическая ситуация может считаться относительно благоприятной.

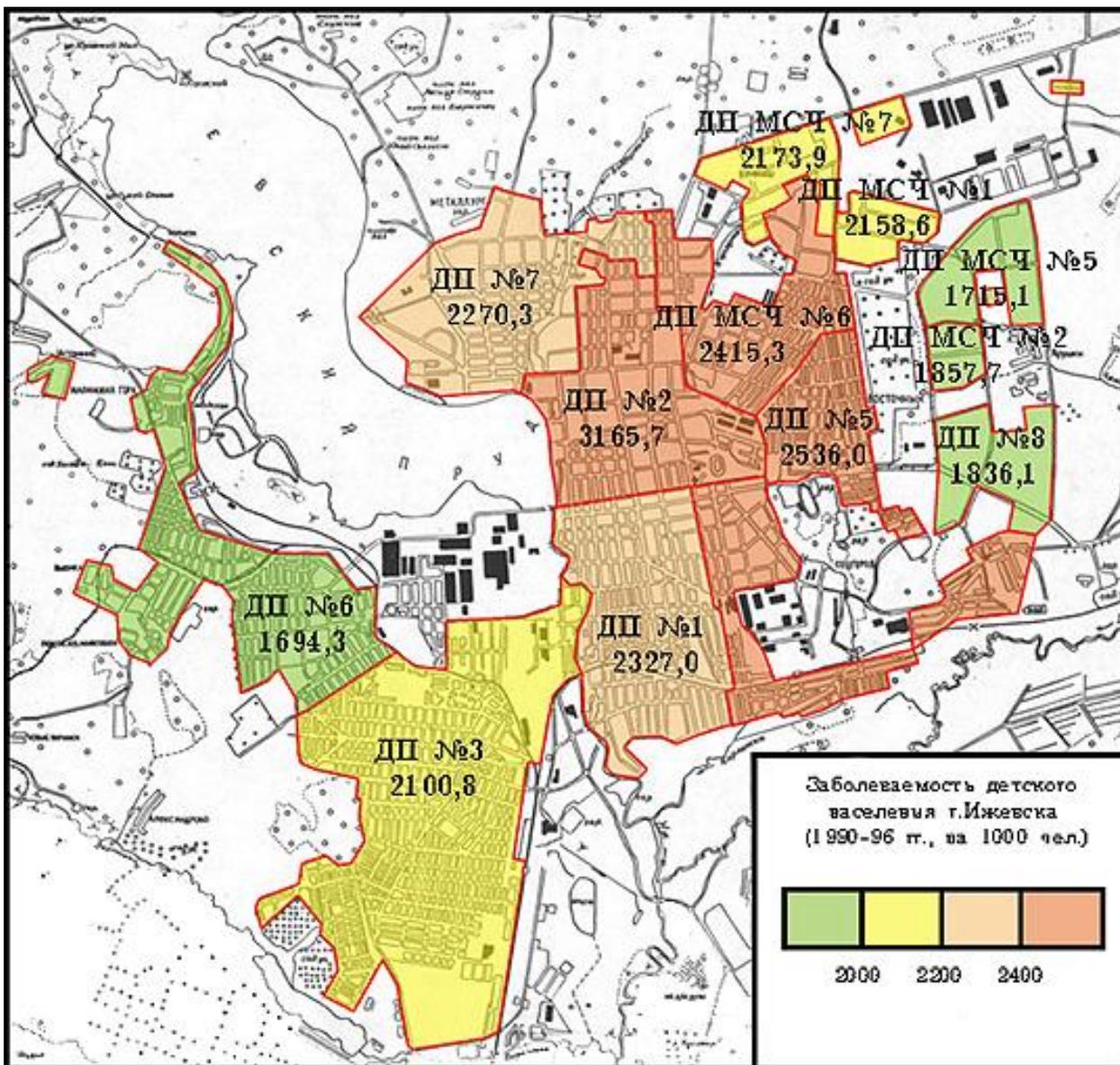


Рис. 11. Уровень общей заболеваемости детского населения г.Ижевска в пределах территорий обслуживания ДПП, 1990-1996гг.

В целом, следует отметить, что если на начало 1990-х годов высокие показатели заболеваемости детей были характерны для всей центральной части г.Ижевска, то на данный момент неблагоприятная ситуация локализовалась в северных микрорайонах города – Metallург, Север, Буммаш и в микрорайоне Центр (рис. 12).

Сравнение уровня общей заболеваемости детского населения по территориям обслуживания 170-ти педиатрических участков показало следующую ситуацию. Наименьшие показатели за 2015 г. зарегистрированы в пределах ДПП № 3 и ДГКП № 8. Во всех педиатрических участках,

принадлежащих этим поликлиникам, уровень заболеваемости не превышает 2500 ‰ (рис. 13). Средние значения, не превышающие 3500 ‰, принадлежат ДГП № 1, обслуживающей северо-западную часть Первомайского района, ДГП № 6, обслуживающей Ленинский район и детским поликлиникам № 1 и № 2, находящимися в составе ГKB № 6 (Устиновский район).

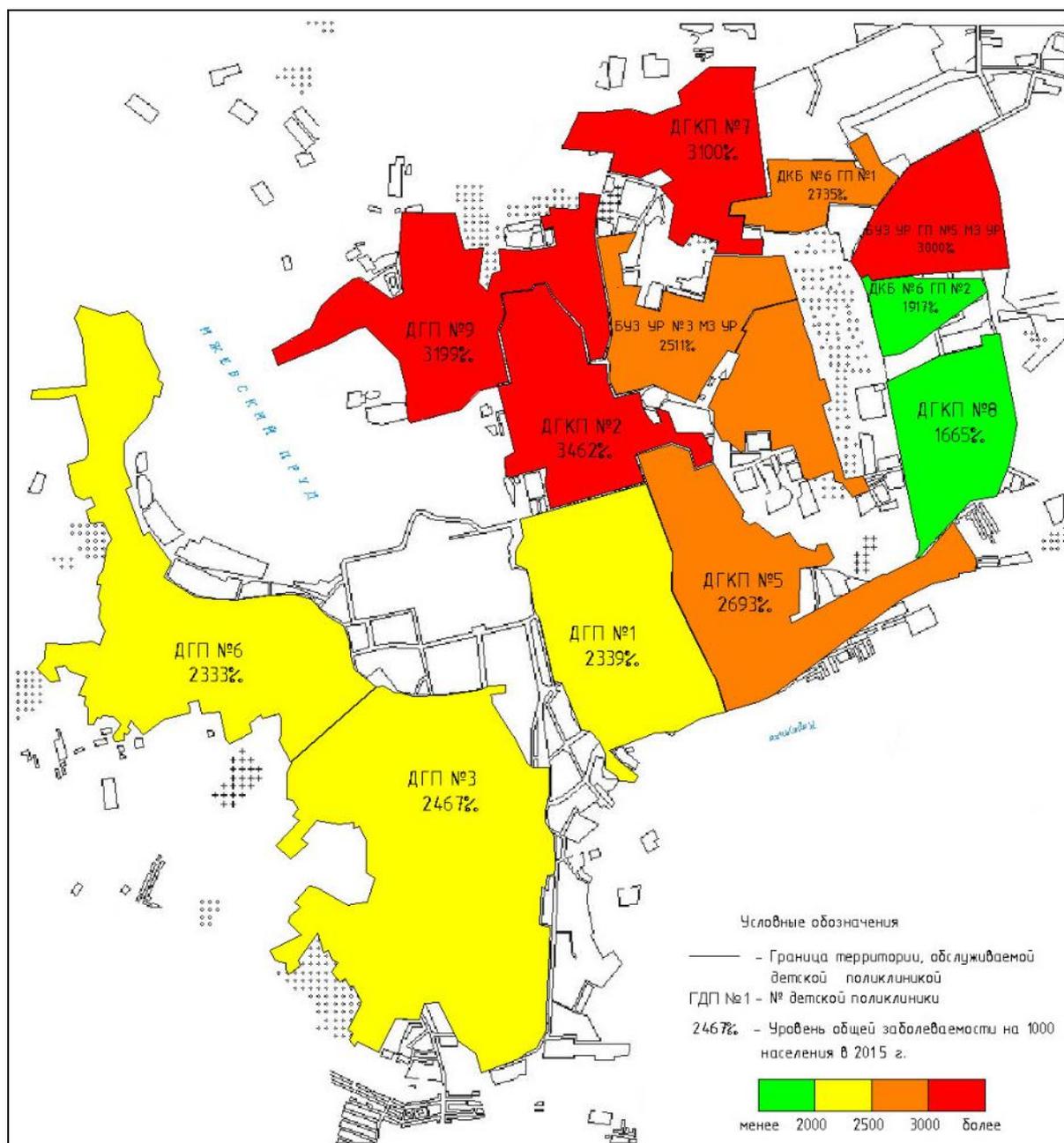


Рис. 12. Уровень общей заболеваемости детского населения г.Ижевска в пределах территорий обслуживания ДГП, 2015г.

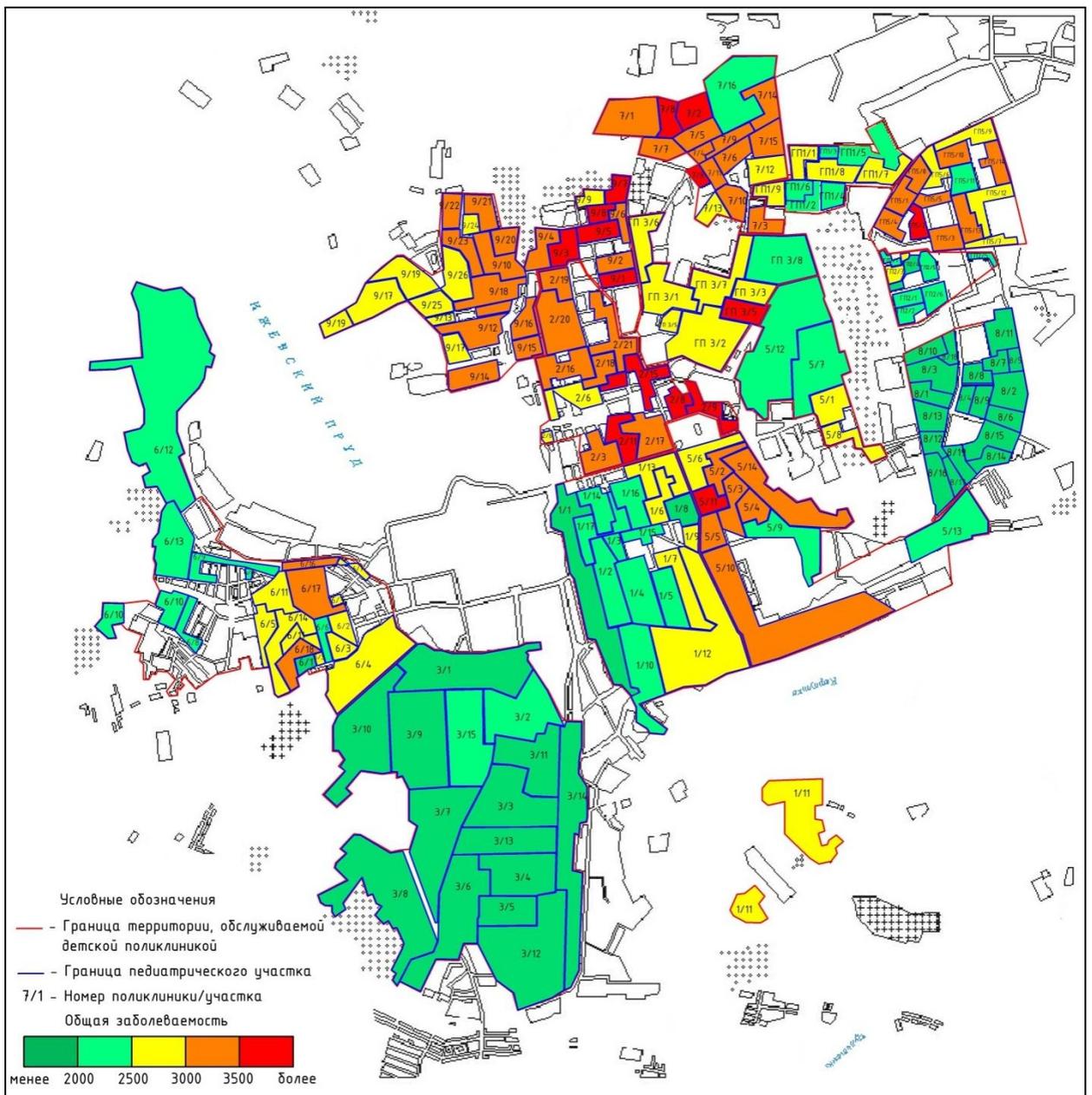


Рис. 13. Общая заболеваемость детского населения г.Ижевска в разрезе педиатрических участков, 2015 г.

В Первомайском районе и южной части Индустриального района, которые обслуживает ДГКП № 5 и детское отделение в ГП № 3 зарегистрировано только по одному педиатрическому участку со значением заболеваемости выше 3500 ‰. Самое большое количество педиатрических участков с уровнем заболеваемости более 3500 ‰ территориально принадлежит центральным и северным микрорайонам города (ДГКП № 2, ДГКП № 7 и ДГП № 9).

Сравнительный анализ карт заболеваемости детского населения показал, что с 2001г. ситуация изменилась в лучшую сторону только в пределах ДГКП № 8 (рис.14). В 2015 г. показатели заболеваемости по всем педиатрическим участкам не превышают 2000 ‰. В ДГКП № 7 и ДГП № 9, обслуживающих Октябрьский район и северную часть Индустриального района соответственно, значения существенно выросли. Если в 2001 г. показатели не превышали 3000 ‰, то спустя 15 лет в пределах нескольких педиатрических участков фиксируется уровень заболеваемости выше 3500 ‰. Ситуация в остальных поликлиниках осталась на прежнем уровне.

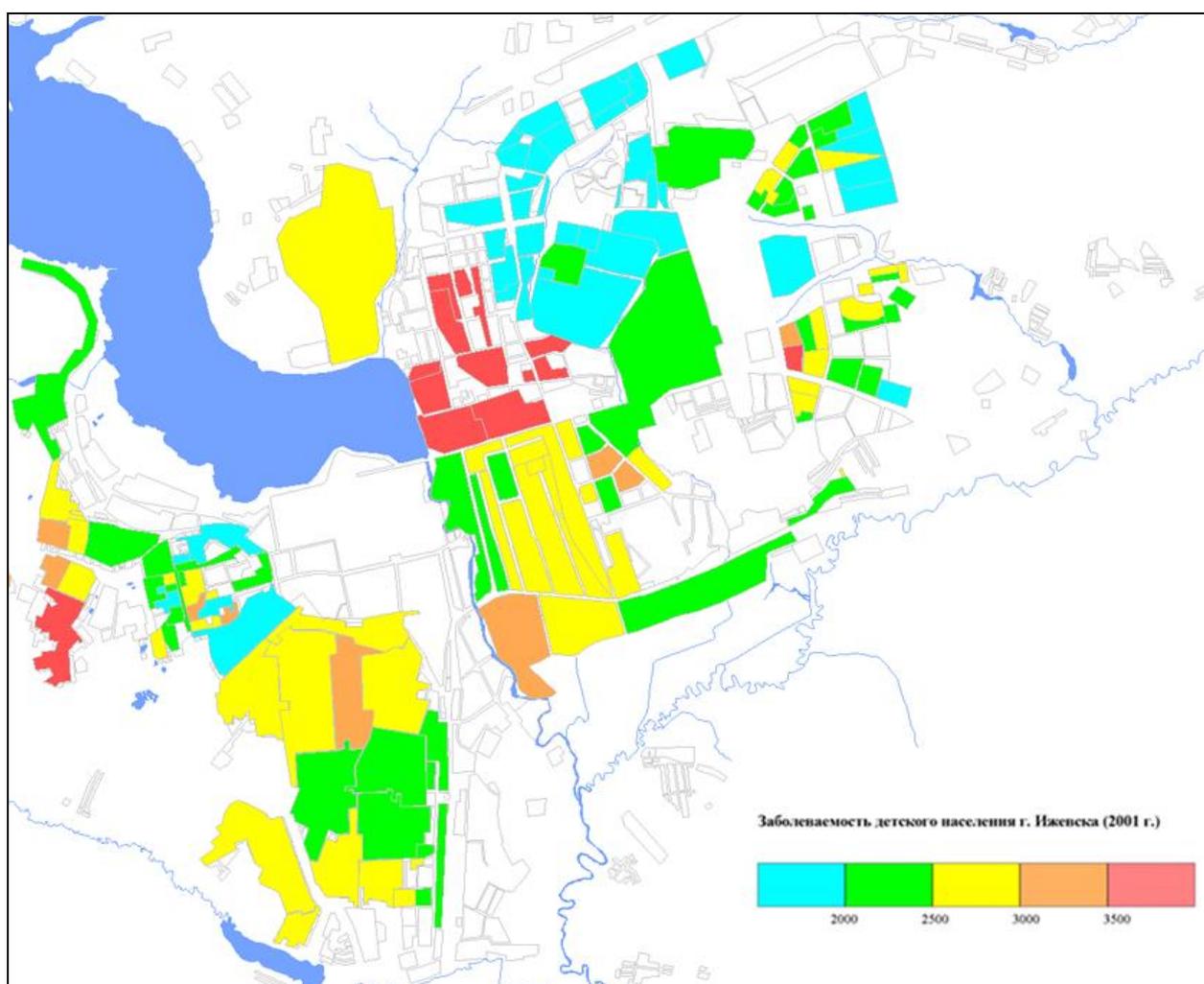


Рис. 14. Общая заболеваемость (‰) детского населения г.Ижевска в разрезе педиатрических участков, 2001 г.

В районах, где преобладает частный жилой сектор, как правило, показатели заболеваемости ниже, чем в пределах многоэтажной застройки.

Например, на территории обслуживания ДГП № 3, где преобладает частная застройка, нет ни одного педиатрического участка, где показатель общей заболеваемости превышает 2500‰.

Структура общей заболеваемости детского населения также претерпела некоторые изменения. По-прежнему более 1/3 всех обращений за медицинской помощью приходится на болезни органов дыхания (табл. 5). За последние 20 лет доля этой нозологической группы возросла на 18 %, в то время как доля иных классов болезней уменьшилась. Максимальный уровень распространенности болезней органов дыхания достигает 2064 ‰, распространенность по другим классам болезней не превышает 300 ‰ (рис. 15).

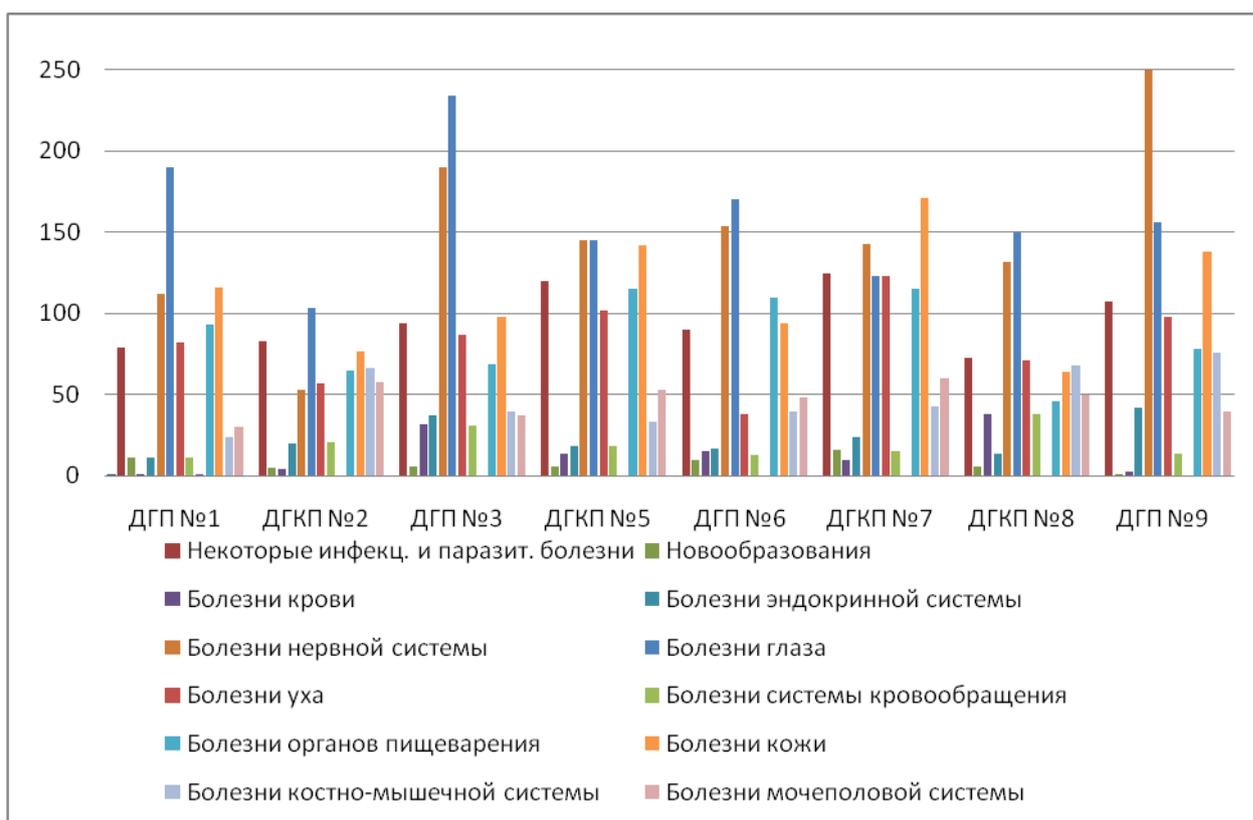


Рис. 15. Уровень общей заболеваемости детского населения г.Ижевска по отдельным классам болезней, на 1000 населения.

Таблица 5

Уровень общей заболеваемости детского населения г. Ижевска по отдельным классам болезней, 2015г. (на 1000 населения)

	ДГП № 1	ДГП № 2	ДГП № 3	ДГП № 5	ДГП № 6	ДГП № 7	ДГП № 8	ДГП № 9	ДП № 1	ДП № 2	ГП № 5	ГП № 3
Заболеваний всего	2339	3462	2467	2693	2333	3100	1665	3199	2735	1917	2815	2511
Некоторые инфекционные и паразит. болезни	79	83	94	120	90	125	73	107	65	46	74	106
Новообразова- ния	11	5	6	6	10	16	6	1	10	4	4	7
Болезни крови	1	4	32	14	15	10	38	3	6	2	10	19
Болезни эндокринной системы	11	20	37	18	17	24	14	42	8	7	11	17
Болезни нервной системы	112	53	190	145	154	143	132	297	235	138	176	104
Болезни глаза	190	103	234	145	170	123	150	156	133	95	167	196
Болезни уха	82	57	87	102	38	123	71	98	198	157	139	94
Болезни системы кровообращения	11	21	31	18	13	15	38	14	4	3	12	10
Болезни органов дыхания	1466	1413	1430	1715	1432	2009	842	2064	1486	1230	1880	1652
Болезни органов пищеварения	93	65	69	115	110	115	46	78	81	39	45	59
Болезни кожи	116	77	98	142	94	171	64	138	49	17	163	110
Болезни костно- мышечной системы	24	66	40	33	40	43	68	76	25	6	19	31
Болезни мочеполовой системы	30	58	37	53	48	60	50	40	49	64	45	34

В последние годы второе место в структуре заболеваемости занимают болезни глаз (в 1990-х годах этот класс болезней не выделялся в самостоятельную группу). Третье место по распространенности приходится на нервные болезни, далее идут болезни кожи, инфекционные и паразитарные болезни.

Ведущее место в структуре заболеваемости детей занимают болезни, связанные в первую очередь с патологией верхних дыхательных путей (от 40 до 72 %) (табл. 6). Это свидетельствует о том, что среди различных причин

возникновения болезней ингаляционный путь поступления патологических агентов имеет наибольшее значение.

Таблица 6

**Структура болезней органов дыхания детского населения г.Ижевска
(на 100 000 населения)**

	2014 г.	2015 г.
Общая заболеваемость	176907,3	175370,4
из них: Пневмония	870	825,6
Аллергический ринит	255,4	200,8
Хронические болезни миндалин	3314,7	3261,9
Бронхит хронический	31,4	23,3
Астма	1482,2	1448,8
Другие легочные болезни	189,3	182,1

Анализ динамики уровня заболеваемости по классу болезни органов дыхания показывает, что относительно стабильна ситуация в пределах ДГКП № 2. Снижение показателей характерно для района обслуживания ДГКП № 8 (рис. 16, 17, 18). В пределах остальных поликлиник показатели существенно выросли, с максимальными значениями в пределах ДГКП № 7. Здесь заболеваемость органов дыхания выросла почти на 60 %.

Таким образом, высокие показатели заболеваемости органов дыхания (более 2000 ‰), как и в случае с общей заболеваемостью, характерны для северной части города – микрорайоны Metallург, Север и Буммаш (рис. 18). При этом следует отметить, что такая ситуация наметилась только в последние годы. Территориальный анализ в разрезе педиатрических участков по данным за 2010-12 гг. (Приложение 1) показал, что уровни заболеваемости более 1500 ‰ регистрировались в пределах территорий обслуживания поликлиник №№ 1,2,7,8 и 9, с максимальными значениями (более 2000 ‰) среди детского населения микрорайона Север. На Буммаше фиксируются наиболее высокие показатели заболеваемости детей бронхиальной астмой (рис. 19).

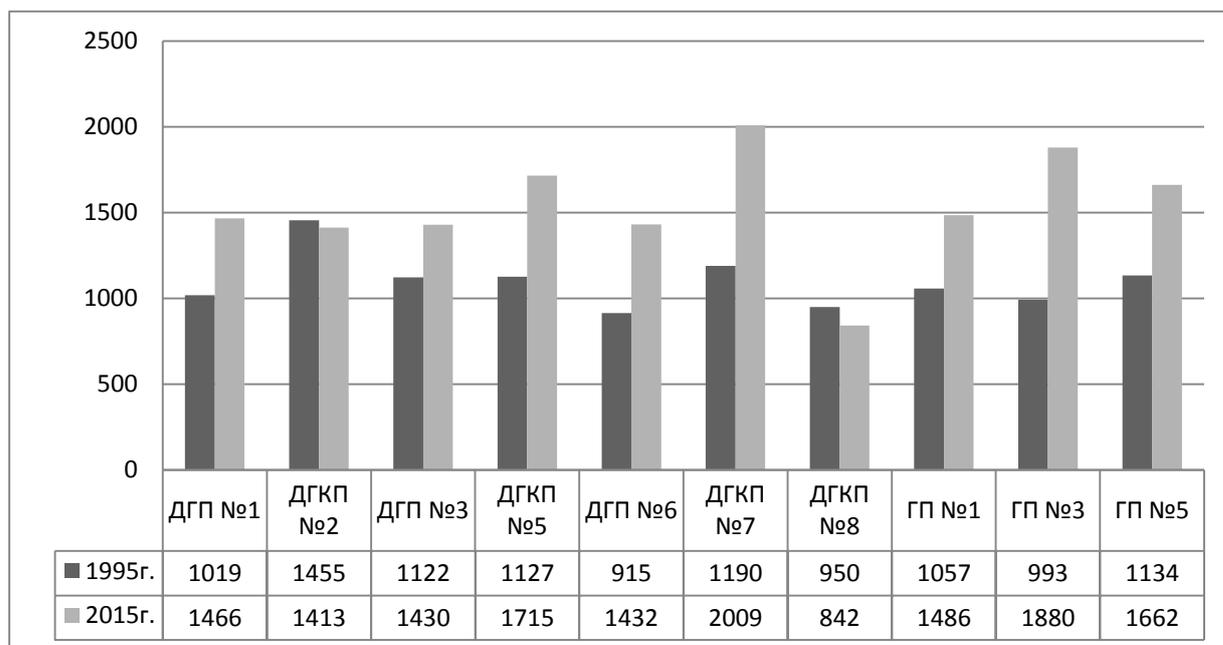


Рис. 16. Динамика уровня заболеваемости по классу «болезни органов дыхания» среди детского населения г.Ижевска, ‰.

По другим классам болезней в пределах центральной части города отмечается относительно благоприятная ситуация. Выделяется повышенный уровень заболеваемости по таким нозологическим формам, как болезни глаз и болезни нервной системы. Распространенность болезней глаз среди детского населения в последние годы резко увеличилась, что побудило эту категорию болезней выделить в отдельный класс. Среди детей г.Ижевска показатели более 200 ‰ регистрируются в пределах микрорайона Metallurgy и микрорайонов Нагорный, Юго-западный и Привокзальный (ДГП № 3).

Уровень заболеваемости нервной системы в целом по городу снизился за анализируемый 20-летний период на 63 %. В пределах центрального микрорайона (ДГКП № 2) показатели снизились более чем в 4 раза (рис. 20). На территории обслуживания остальных поликлиник снижение составило 1,5-2 раза. Рост уровня заболеваемости по классу «болезни нервной системы» зафиксирован только среди детского населения микрорайона Metallurgy (ДГП № 9). Здесь показатели более чем в 2 раза выше, чем в среднем по городу (Приложение 1).

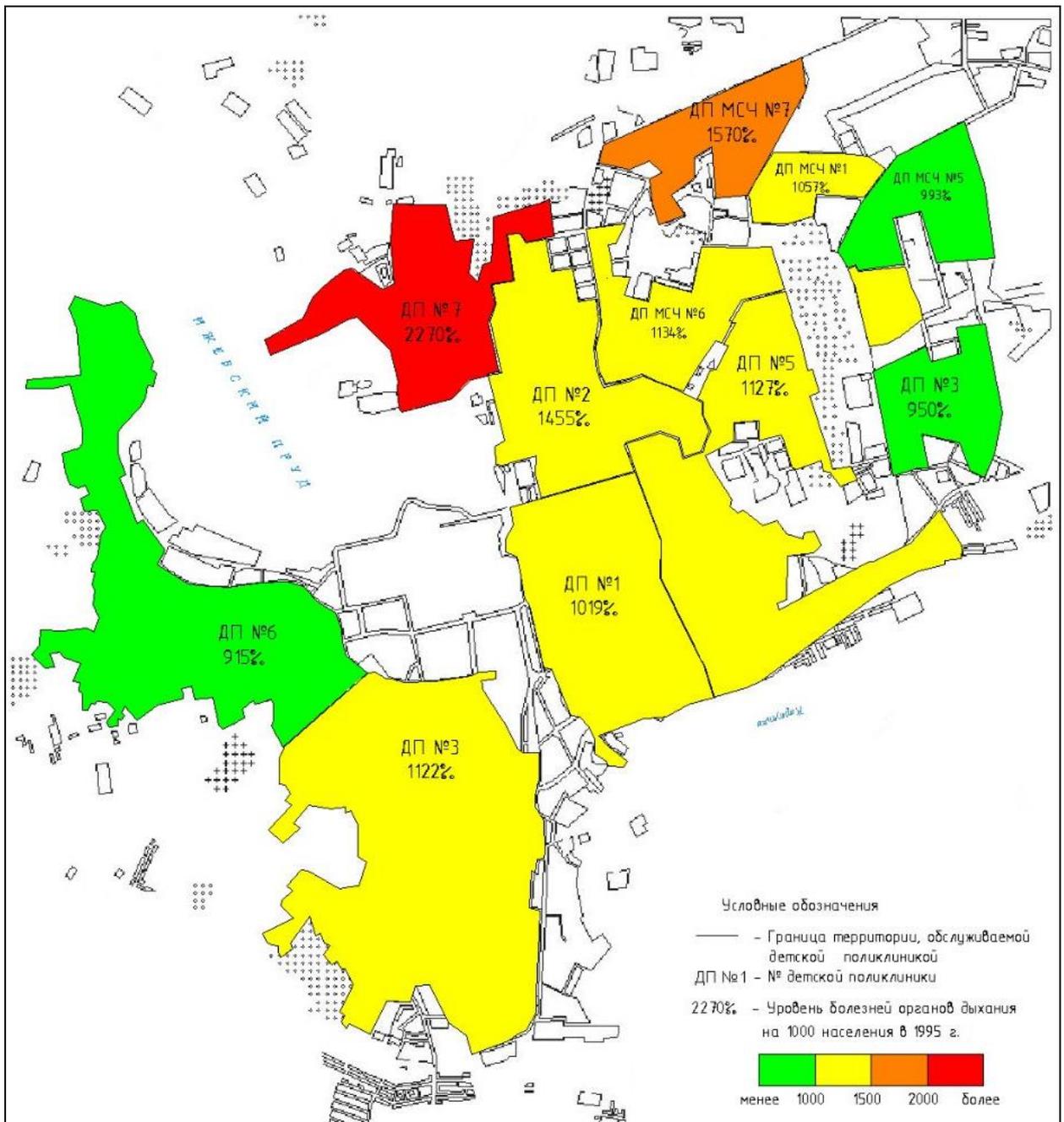


Рис. 17. Распространенность болезней органов дыхания среди детского населения г.Ижевска, 1995г.

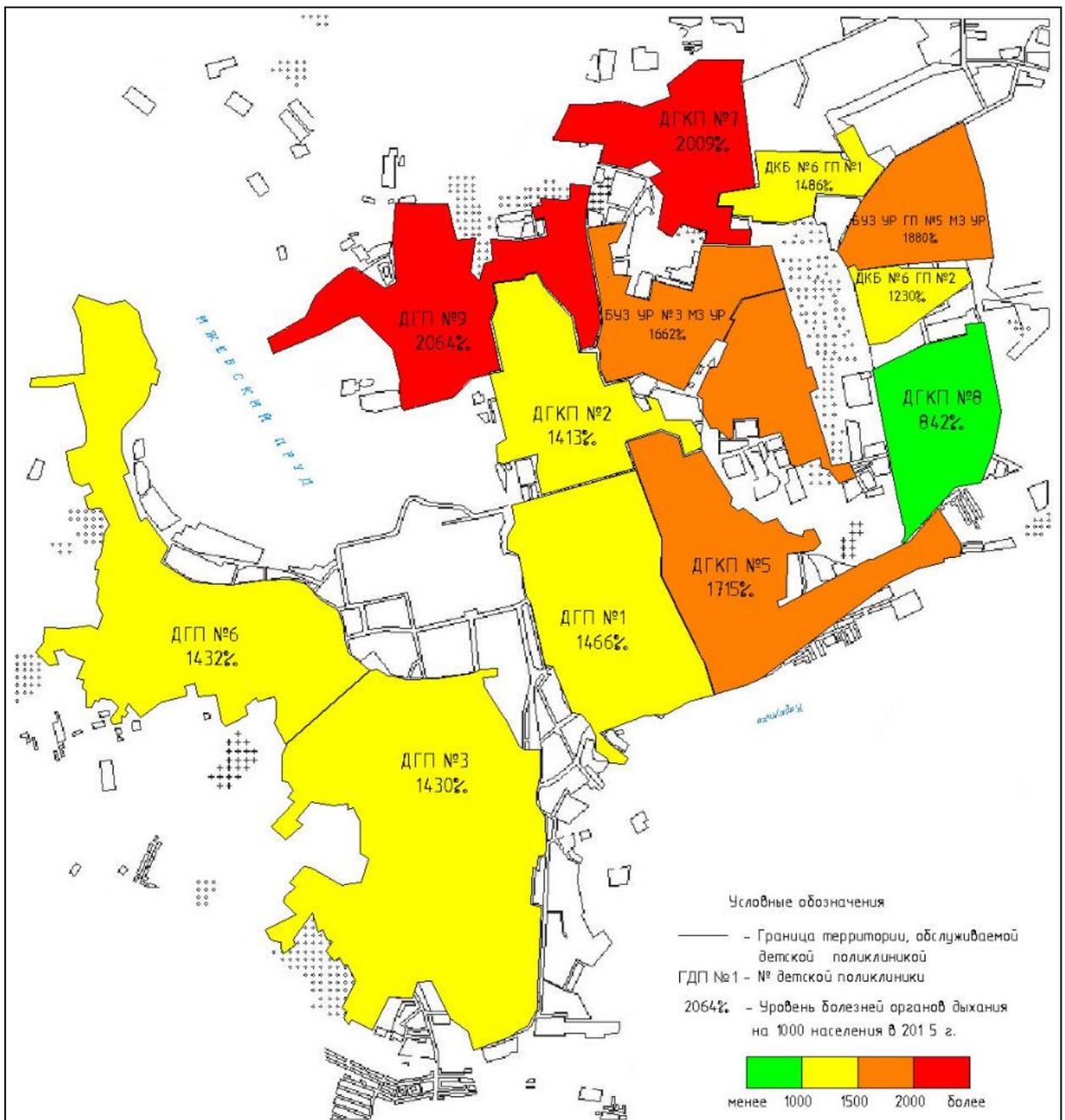


Рис. 18. Распространенность болезней органов дыхания детского населения г.Ижевска, 2015г.

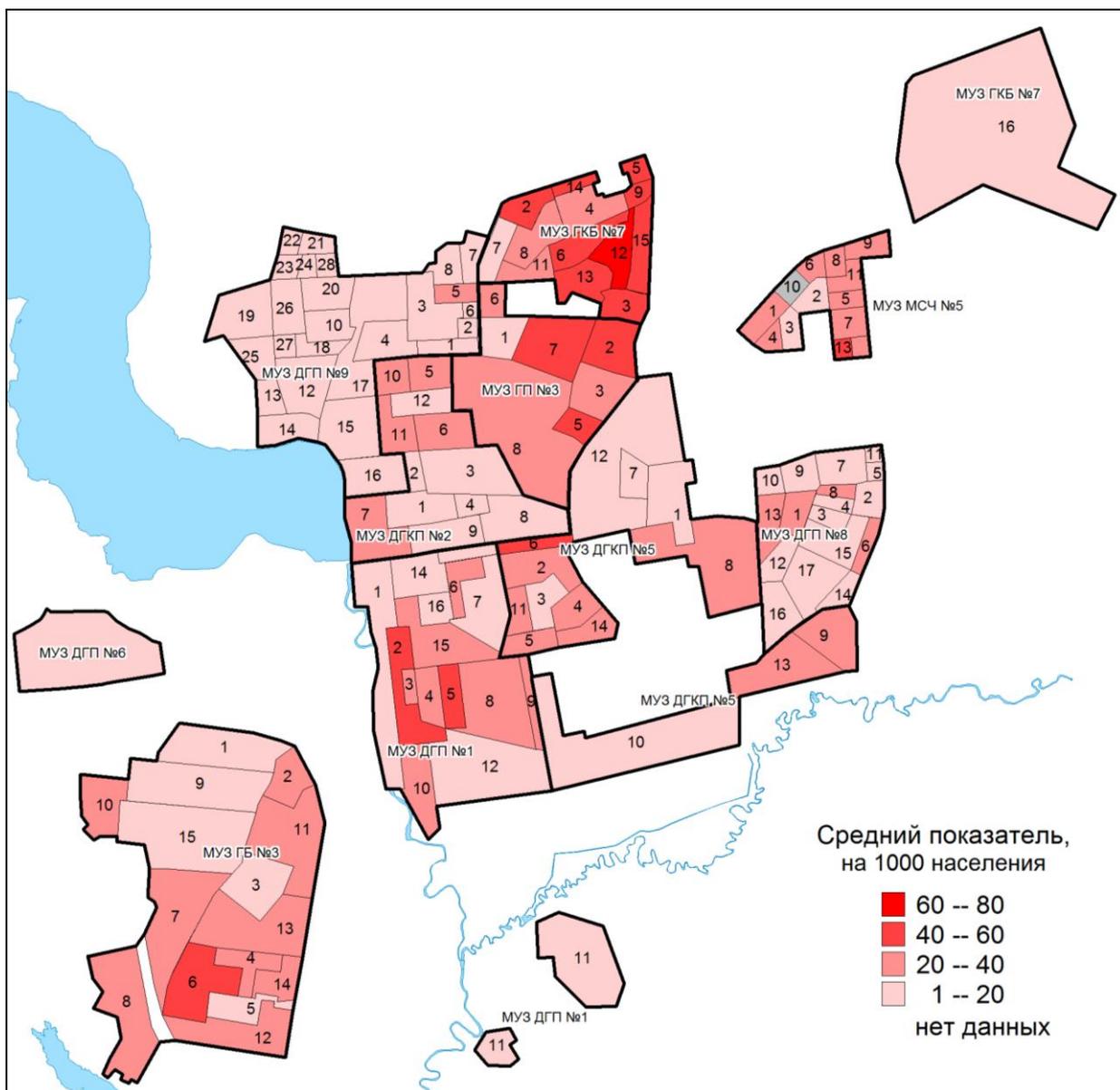


Рис. 19. Уровень заболеваемости астмой детского населения г.Ижевска в разрезе педиатрических участков, 2009-11 гг.

Существенное снижение показателей отмечается по классу «болезни кожи и подкожной клетчатки» (рис. 21), причем в пределах тех поликлиник, где уровень заболеваемости был изначально высоким, особенно в ДГКП № 2. В Ленинском районе и микрорайоне Старый Аэропорт зафиксирован рост показателей заболеваемости детей по данной нозологической форме. В 2015г. наиболее высокие показатели зарегистрированы в северной части города и на территории обслуживания ДГП № 5 (Приложение 1).

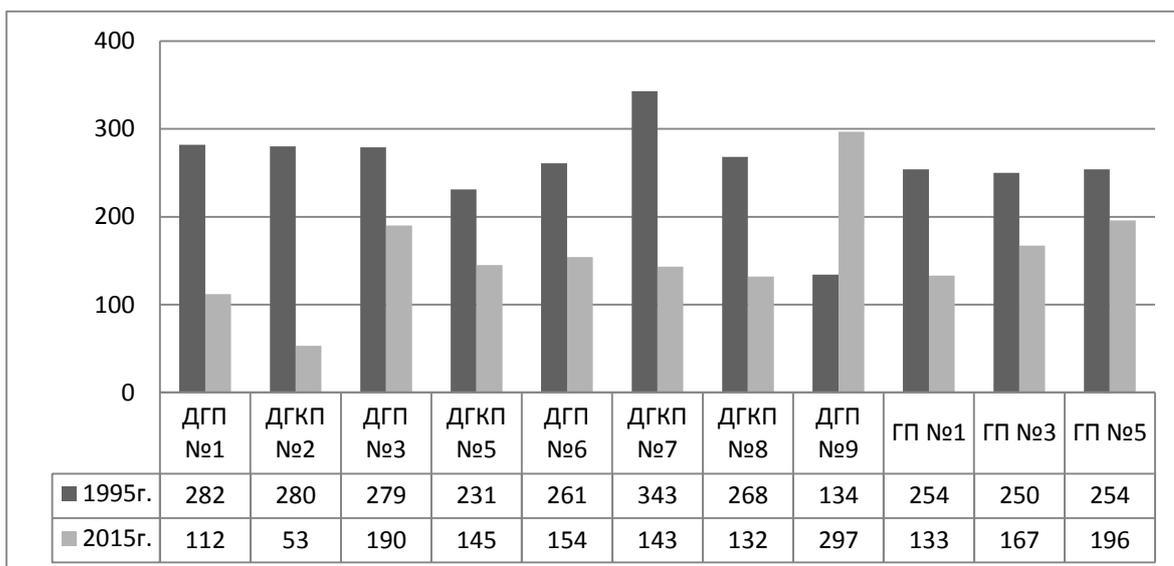


Рис. 20. Динамика уровня заболеваемости по классу «болезни нервной системы» детского населения г. Ижевска, %.

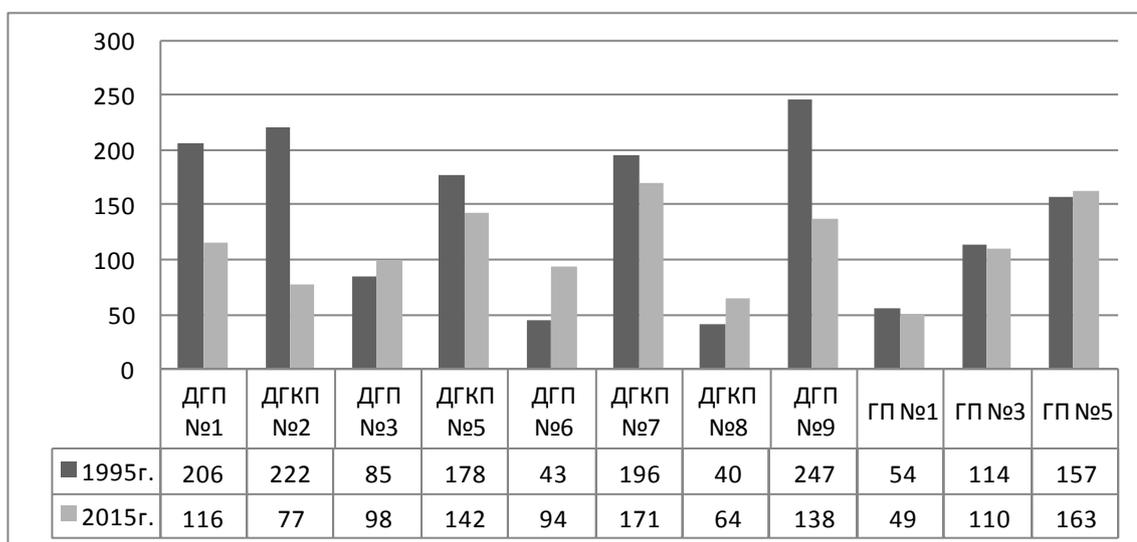


Рис. 21. Динамика уровня заболеваемости по классу «болезни кожи и подкожной клетчатки» детского населения г. Ижевска, %.

Инфекционные и паразитарные болезни в структуре заболеваемости детей занимают 5 место. За последние 20 лет ситуация по городу существенно улучшилась (рис. 22). Уровень заболеваемости выше 100 % сохраняется среди контингента обслуживания ДГП №№ 5, 7, 9 и городской поликлиники № 3. Районы с самым низким уровнем заболеваемости расположены в восточной части города (ДГКП № 8, ГП № 1, 2 и 5) (Приложение 1).

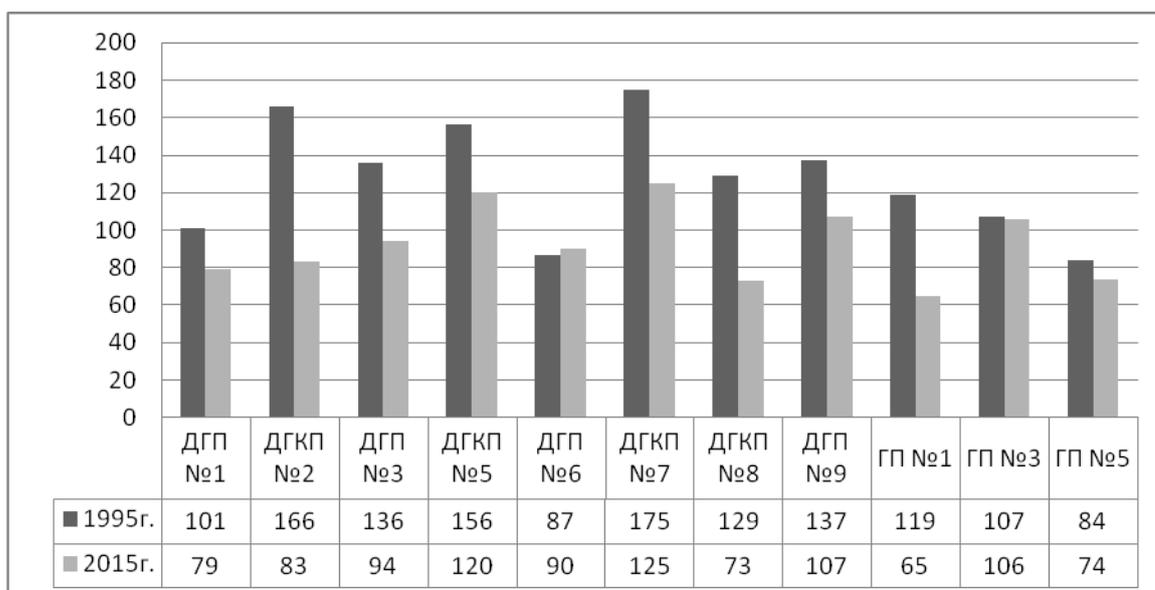


Рис. 22. Динамика «инфекционных и паразитарных болезней» детского населения г.Ижевска, %о.

Другие классы болезней среди детского населения г.Ижевска распространены в меньшей степени (Приложение 1). Выделяется территория обслуживания ДПП № 6 по таким нозологическим формам как болезни эндокринной системы, глаза, крови и системы кровообращения. В пределах территории обслуживания ДПП № 9 и ДГКП № 7 фиксируются наиболее высокие показатели по семи нозологическим формам из 14-ти рассматриваемых в данной работе.

Таким образом, из районов многоэтажной застройки как зоны повышенного риска для здоровья детского населения выделяются микрорайоны северной и центральной части города. При этом основная часть педиатрических участков с наиболее высокими показателями заболеваемости детского населения расположена в непосредственной близости от ул.Удмуртской – наиболее загруженной автотранспортом улицы города. Из районов преимущественно малоэтажного частного сектора неблагоприятная ситуация отмечается в пределах северо-западной части Ленинского административного района на территории обслуживания ДПП № 6, которая непосредственно примыкает к Центральной промышленной зоне.

***АНАЛИЗ СВЯЗИ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЯ
ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ г.ИЖЕВСКА НА ОСНОВЕ МЕТОДИКИ СПАН***

Территориальное сопоставление показателей заболеваемости детского населения г.Ижевска и уровня загрязнения атмосферного воздуха в 1990-е годы осуществлялось по методике расчета суммарного показателя антропогенной нагрузки (СПАН), разработанной В.И. Стурманом [38, 40, 41]. Данная методика крупномасштабного количественного экологического картографирования предполагает учет уровней загрязнения не только атмосферного воздуха, но и питьевой воды и почвенного покрова.

В качестве характеристик состояния компонентов среды были использованы общепринятые индексы загрязнения атмосферы, воды, почв, а в качестве характеристик их весомости – значения коэффициентов корреляции между общей заболеваемостью детей по педиатрическим участкам поликлиник и соответствующими показателями состояния компонентов среды на территориях тех же участков (130 участков 12-ти детских поликлиник). По состоянию на начало 1990-х гг. коэффициенты корреляции составили:

0,21 - для индекса загрязнения атмосферы в среднегодовом исчислении (ИЗА_{сг});

0,54 - для индекса загрязнения атмосферы при неблагоприятных для рассеивания загрязняющих веществ метеоусловиях (ИЗА_{нму});

0,07 - для индекса загрязнения питьевой воды (ИЗВ);

0,12 - для суммарного показателя загрязнения почв (Z_с).

Поскольку сумма коэффициентов корреляции составляет 0,94, для удобства интерпретации результатов все они были пропорционально увеличены, так чтобы их сумма составила единицу. Тогда в гипотетической ситуации соответствия всех показателей загрязнения предельно допустимым

с гигиенической точки зрения значениям величина суммарного показателя антропогенной нагрузки составит единицу.

Для приведения показателей загрязнения к единому смысловому содержанию (кратность превышения или доля предельно допустимых значений) величины ИЗАсг и ИЗАнму делятся на число учитываемых ингредиентов (по 4), а суммарный показатель загрязнения почв Zc - на соответствующую предельно допустимую величину 16 (для Zc и ИЗВ учет числа ингредиентов предусмотрен в соответствующих формулах). В результате была разработана и реализована на примере г.Ижевска методика картографирования количественных характеристик экологической обстановки (суммарный показатель антропогенной нагрузки - СПАН):

$СПАН = 0,57 ИЗАнму/4 + 0,23 ИЗАсг/4 + 0,13 Zc/16 + 0,07 ИЗВ$, где:

ИЗАнму – индекс загрязнения атмосферы при неблагоприятных метеоусловиях, картируется по данным подфакельных постов;

ИЗАсг - индекс загрязнения атмосферы в среднегодовом исчислении, картируется по данным постов наблюдения за загрязнением атмосферы;

Zc – суммарный показатель загрязнения почв, картируется по данным эколого-геохимической съемки городской территории;

ИЗВ - индекс загрязнения воды в источниках питьевого водоснабжения, картируется на основе обобщения материалов санитарных служб о качестве воды в водопроводных сетях и источниках децентрализованного водоснабжения.

По состоянию на начало 2000г. величины СПАН рассчитывались по несколько иной формуле, поскольку изменилась теснота корреляционной связи между показателями состояния окружающей среды и уровнем заболеваемости детского населения г.Ижевска:

$$СПАН=0,22 ИЗАсг/5 +0,68 ИЗАнму/5 +0,1 Zc/16$$

И в том, и в другом случае вклад загрязнения почвенного покрова и питьевой воды несопоставимо мал по сравнению с индексом загрязнения атмосферного воздуха, особенно при неблагоприятных метеоусловиях.

Сравнительный анализ двух полученных экологических карт г.Ижевска показал, что при 2-3 кратном снижении величин СПАН характер территориального распределения его значений в общих чертах сохранился (рис. 23). В то же время с ростом автопарка и доли автотранспортного загрязнения воздушного бассейна города более выраженными на карте стали наиболее крупные автодороги.

Зависимость состояния здоровья детского населения от загрязненности компонентов окружающей среды стала слабее, и коэффициент корреляционной связи с заболеваемостью детей составил для СПАН по состоянию на 2000 год всего 0,32, тогда как десяти годами ранее аналогичная величина равнялась 0,65. Это вполне закономерно, если принять во внимание, что в пределах преобладающей части городской территории значения СПАН в начале 2000-х годов составляли меньше единицы, т.е. превышений максимально допустимой величины антропогенной нагрузки не отмечалось. Теснота связи между показателями воздействия на окружающую среду и состоянием здоровья населения закономерно растет при ухудшении экологической обстановки и ослабевает при ее нормализации и, таким образом, может рассматриваться как экологический индикатор.

Динамика уровней заболеваемости наиболее выражена в пределах районов частной застройки, где показатели загрязнения компонентов окружающей среды и величины СПАН, как правило, минимальны, но социально-экономические проблемы стоят особенно остро. Наиболее загрязненные центральные кварталы города, как правило, более благополучны в социально-экономическом отношении. Т.е. пространственные различия экологических и социальных факторов в значительной степени противоположны.

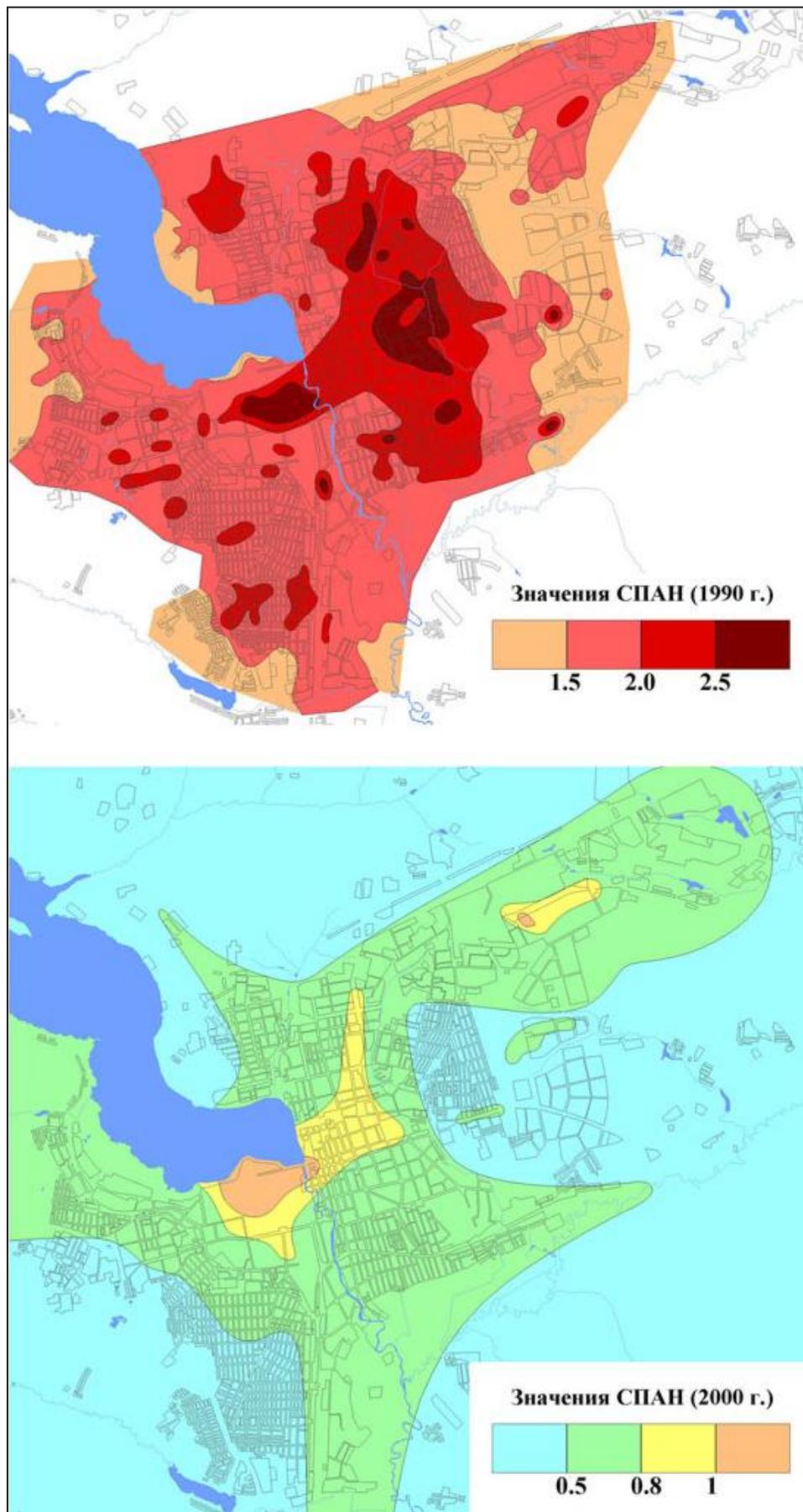


Рис. 23. Суммарный показатель антропогенной нагрузки в г.Ижевске.

Преимуществами методики СПАН является возможность комплексного учета воздействия загрязнения компонентов окружающей среды на здоровье детского населения (при наличии достаточно полной и территориально дифференцированной базы данных). Но существенным недостатком является отсутствие возможностей прогнозирования дальнейшего развития ситуации, поскольку предусмотрена лишь констатация существующей связи между рассматриваемыми показателями. В этом отношении безусловным достоинством методики оценки риска здоровью населения является возможность не только выявить неблагоприятные в эколого-гигиеническом отношении территории, но и спрогнозировать неблагоприятные последствия для здоровья населения, т.е. рассчитать вероятность и время проявления токсического эффекта. Исходя из этого в дальнейшем в рамках социально-гигиенического мониторинга применялась методика оценки риска здоровью населения г.Ижевска.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА ОБЩЕТОКСИЧЕСКОГО ИНГАЛЯЦИОННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ г.ИЖЕВСКА

Впервые оценка риска для здоровья детского населения г.Ижевска, по методике, рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), была рассчитана в 2004 г. [33], с учетом усредненных среднегодовых концентраций пяти основных загрязняющих газообразных соединений за период 2001–2003 гг. Для того, чтобы оценить степень оправдания полученных прогнозов, через 10 лет (по данным 2010-12 гг.) был повторно проведен расчет ингаляционного общетоксического риска здоровью. Кроме того, дети младшего возраста, для которых был рассчитан риск в 2004 г., стали подростками через 10 лет. Состояние их здоровья на данный момент позволяет оценить степень оправдания эколого-эпидемиологических прогнозов, что с методологической точки зрения представляет значительный интерес.

Для сравнительного анализа градации индекса неканцерогенного риска (ИНР) были взяты такие же, как и в 2004 году, что соответствует нормативам, принятым ВОЗ: до 1% свидетельствует об отсутствии риска; от 1% до 3% - о невысоком риске; от 3% до 5% - о повышенном риске; свыше 5% - о высоком риске.

Проанализировав результаты территориального распределения ИНР по каждому веществу, можно выделить территории с разными уровнями (рис. 24). Для всех рассмотренных веществ и в 2004 г., и в 2012 г. характерно увеличение значений в центральной части г. Ижевска, что объясняется, прежде всего, более высокими концентрациями загрязняющих веществ на перекрестках автодорог в данной части города.

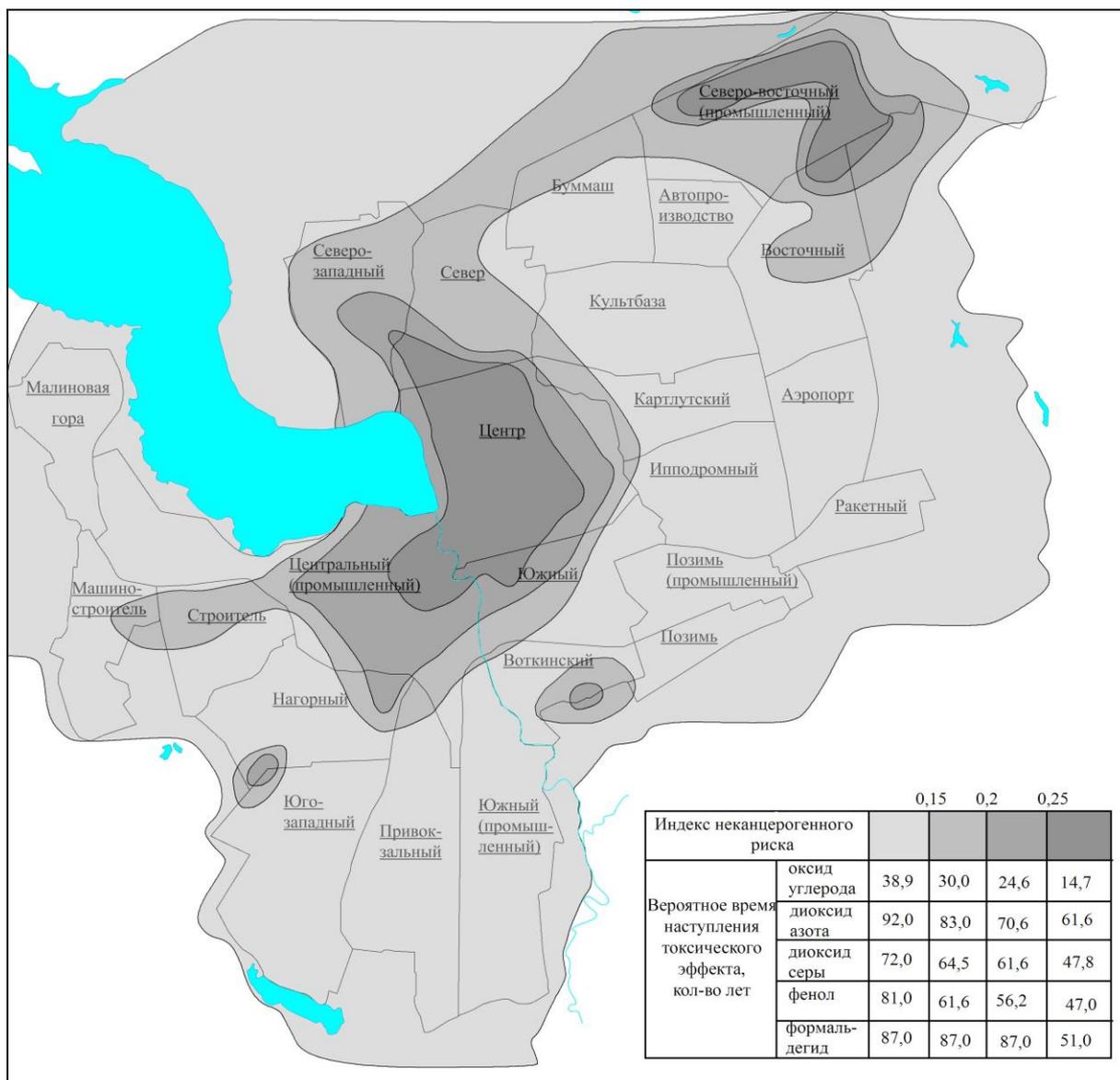


Рис. 24. Распределение значений суммарного ИНР по территории г.Ижевска, 2001-03гг.

Как и в 2004 г., наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха г.Ижевска вносит оксид углерода (рис. 25). Наиболее неблагоприятная ситуация складывается на перекрестке улиц Советской и Удмуртской, где максимальные значения ИНР составляют 8 %. Но по сравнению с 2004 г., когда значение ИНР было равно 28,7 %, ситуация существенно улучшилась. Время проявления токсического эффекта на территориях с высоким уровнем риска находится в пределах 44–63 лет, тогда как в 2004 г. этот показатель составлял 14–25 лет (в пределах опасного).

Остальная часть города характеризуется значениями ИНР, не превышающими 3 %.

Значения уровня риска по диоксиду азота не превышает порогового 5 %-ного уровня, и согласно нормативам ВОЗ вся территория города находится в пределах повышенного (3–5 %) и невысокого (1–3 %) риска (рис. 26). Такая же ситуация отмечалась и в 2004 г. Но минимальное время ожидаемого токсического эффекта сократилось с 60 до 47 лет. Наибольших значений ИНР достигает в центральной части города, в микрорайонах Культбаза, Карлутский, Буммаш, Ипподромный. Максимальное значение отмечается также на перекрестке улиц Советская и Удмуртская – 3,8 %. Более низкие значения (менее 3 %) наблюдаются в таких микрорайонах, как Строитель, Нагорный, Привокзальный, Воткинский, Позимь, Ракетный. Здесь время токсикологического эффекта составляет 81 год и больше.

Распределение значений ИНР по диоксиду серы незначительно отличается от ситуации по диоксиду азота (рис. 27). Величины менее 1 % говорят об отсутствии риска, тогда как в 2004 г. большая часть территории города находилась в зоне повышенного и высокого риска. Следовательно, среднегодовые концентрации диоксида серы стали намного ниже и вклад этого вещества в загрязнение атмосферного воздуха на данном этапе незначительный.

Наряду с оксидом углерода большой вклад в загрязнение атмосферного воздуха г.Ижевска вносит формальдегид. Большая часть города входит в зону повышенного и высокого риска, тогда как в 2004 г. значения ИНР не превышали допустимого порога и варьировали на уровне 1–3 %. Максимальное значение ИНР, так же как и в 2004 г., наблюдается на перекрестке улиц Советской и Удмуртской и составляет 6,1 % (рис. 28). К неблагоприятным территориям также относятся Центральная промзона, отдельные жилые микрорайоны. Время наступления токсического эффекта при наибольшем значении ИНР близко к опасному – 29 лет.

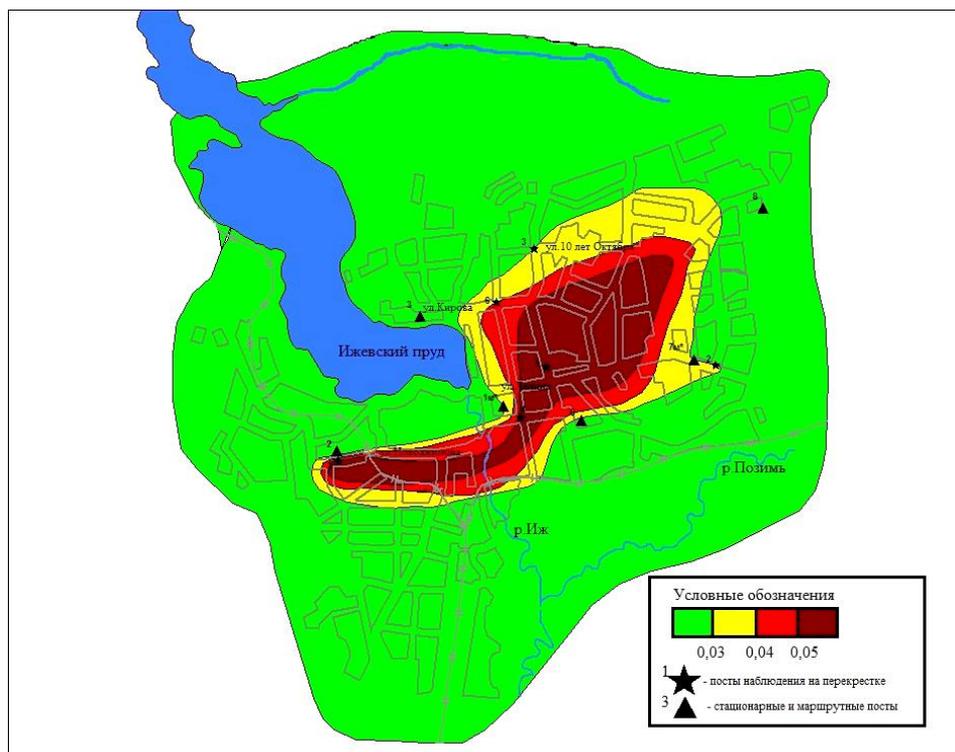


Рис. 25. Распределение значений ИНР по оксиду углерода на территории г.Ижевска, 2012г.

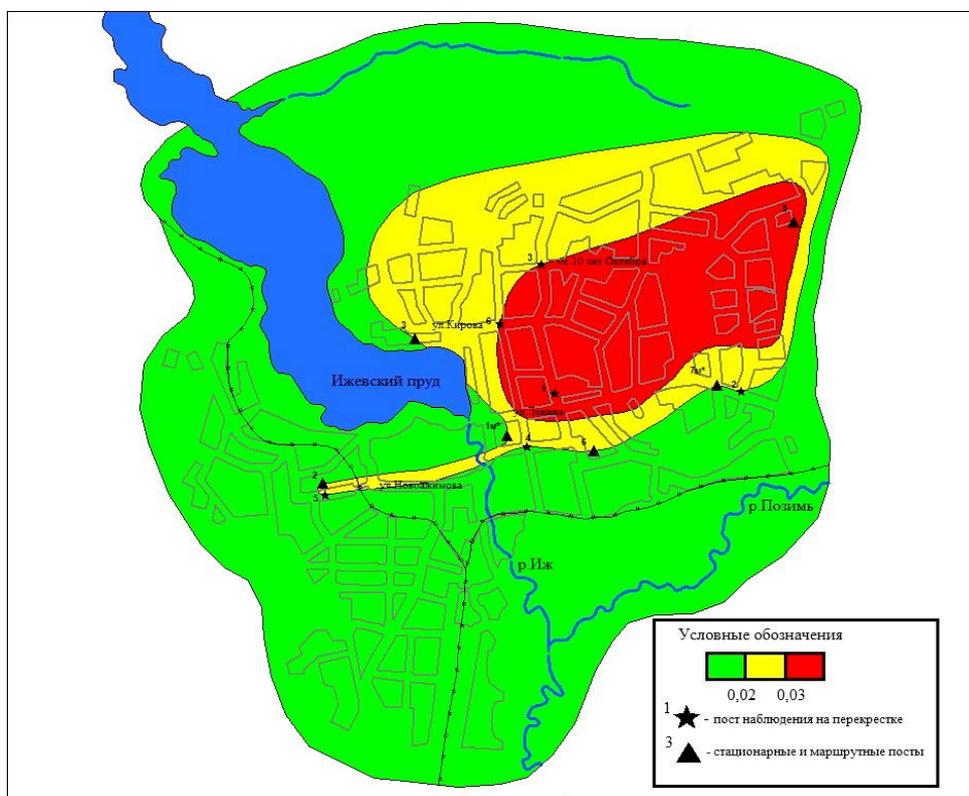


Рис. 26. Распределение значений ИНР по диоксиду азота на территории г.Ижевска, 2012г.

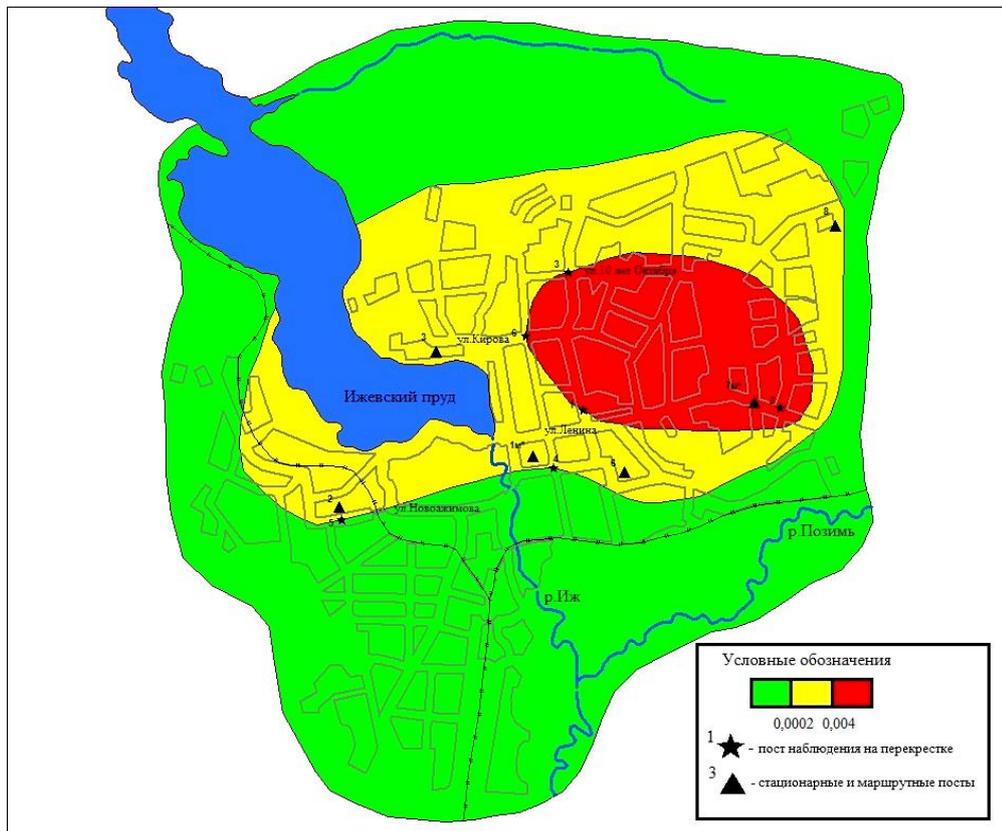


Рис. 27. Распределение значений ИНР по диоксиду серы на территории г.Ижевска, 2012г.

Сравнительный анализ полученных значений за 2004 и 2012 гг. показал существенное снижение суммарного ИНР (табл. 7). В районе поста № 7 на ул. 40 лет Победы ИНР снизился в три раза и составил 3 % – это наименьший по городу уровень суммарного риска (рис. 29). Наиболее высокие значения, несмотря на снижение показателей, остаются на постах №№ 1 и 8. Это посты, наиболее близко расположенные к центральной и северо-восточной промышленным зонам города. В центральной части города (пост № 1) практически в 2 раза снизились ИНР по диоксиду азота и оксиду углерода, но продолжают оставаться в пределах 2–3 %. Вырос и достиг наиболее высоких по городу значений ИНР по диоксиду серы, хотя его значения по-прежнему не превышают 1 %, что не вызывает беспокойства. В северо-восточной части города (пост № 8) отмечается наиболее высокий ИНР по диоксиду азота (4 %) и формальдегиду (2 %).

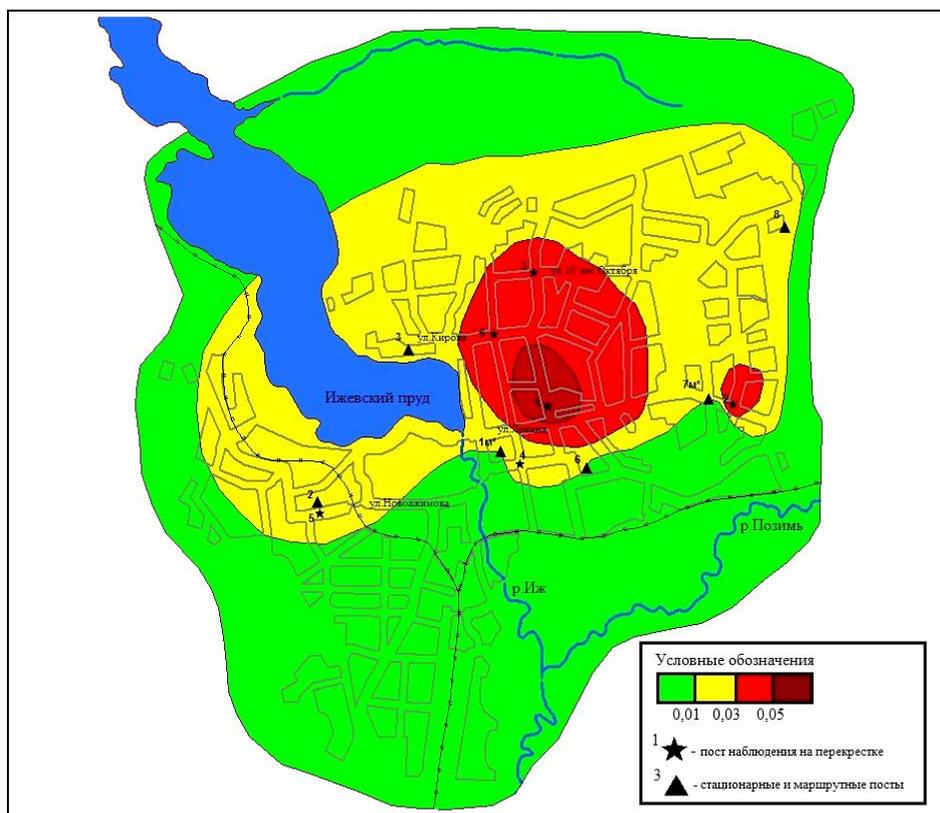


Рис. 28. Распределение значений ИНР по формальдегиду на территории г.Ижевска, 2012г.

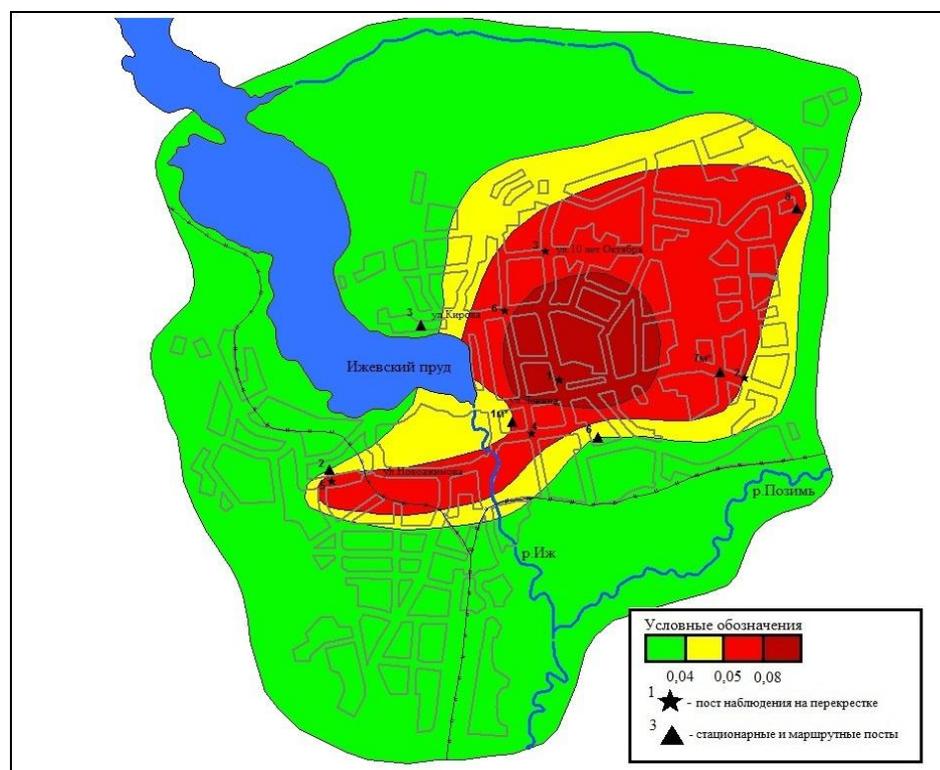


Рис. 29. Распределение значений суммарного ИНР на территории г. Ижевска, 2012 г.

Индекс неканцерогенного риска по данным постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха г. Ижевска

№ поста	ИНР по диоксиду азота		ИНР по диоксиду серы		ИНР по оксиду углерода		ИНР по формальдегиду		ИНР суммарный	
	2004	2012	2004	2012	2004	2012	2004	2012	2004	2012
1 м*	0,037	0,02	0,0002	0,0008	0,066	0,034	0,01	0,01	0,10	0,05
2	0,026	0,02	0,0002	–	0,045	0,017	–	–	0,07	0,04
3	0,026	0,02	0,0002	–	0,027	0,014	0,01	–	0,05	0,04
6	0,036	0,02	0,0006	0,0003	0,030	0,020	–	–	0,07	0,04
7 м*	0,034	0,02	0,0005	0,0003	0,052	0,034	0,01	0,01	0,09	0,03
8	0,026	0,04	–	0,0004	0,058	0,017	–	0,02	0,09	0,06

* Маршрутный пост наблюдения.

Оценивая общую картину территориального распределения ИНР, следует отметить, что по сравнению с ситуацией 2004 г. большая часть г.Ижевска на данный момент находится в зоне невысокого риска. Концентрации загрязняющих веществ на перекрестках автодорог города существенно выше, чем на постах наблюдения (табл. 8), особенно по оксиду углерода и диоксиду серы.

Таблица 8

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ на постах наблюдения и на отдельных перекрестках автодорог г. Ижевска, мг/м³, 2012 г.

Параметры	Концентрация оксида углерода	Концентрация диоксида азота	Концентрация диоксида серы	Концентрация формальдегида
Посты наблюдения	0,6	0,031	0,002	0,0104
Перекрестки автодорог	1,78	0,033	0,017	0,0183
ПДК _{ср. сут.}	3,0	0,04	0,05	0,003

В 2012 г. превышение среднесуточной предельно допустимой концентрации фиксировалось только по формальдегиду. При этом, по

данным постов наблюдения, это превышение составляет 3,5 ПДК, а на перекрестках – 6,1 ПДК. Соответственно, ИНР, рассчитанный на основании этих концентраций, получился несколько выше (табл. 9).

Таблица 9

Оценка неканцерогенного риска и времени наступления токсического эффекта на отдельных перекрестках автодорог г. Ижевска, 2012 г.

Место-положение перекрестка	Загрязняющее вещество	Концентрация загрязняющих веществ, мг/м	ИНР, дети до 6 лет	Время наступления токсического эффекта, лет
ул. Советская – ул. Удмуртская	оксид углерода	2,8	0,08	45
	диоксид серы	0,02	0,004	625
	диоксид азота	0,05	0,04	47
	формальдегид	0,03	0,06	29
ул. Молодёжная - ул. Ленина	оксид углерода	1,1	0,03	114
	диоксид серы	0,04	0,008	313
	диоксид азота	0,03	0,02	82
	формальдегид	0,02	0,04	44
ул. 10 лет Октября – ул. Удмуртская	оксид углерода	1,2	0,03	104
	диоксид серы	0,02	0,004	625
	диоксид азота	0,04	0,03	54
	формальдегид	0,02	0,04	44
ул. К.Либкнехта - ул. Пушкинская	оксид углерода	2,0	0,06	63
	диоксид серы	0,001	0,0002	12500
	диоксид азота	0,02	0,01	125
	формальдегид	0,01	0,02	88
ул. Клубная – Новшестнадцатая	оксид углерода	2,2	0,06	57
	диоксид серы	0,001	0,0002	12500
	диоксид азота	0,02	0,02	118
	формальдегид	0,01	0,02	88
ул. Пушкинская - ул. Кирова	оксид углерода	1,4	0,04	89
	диоксид серы	0,02	0,004	625
	диоксид азота	0,04	0,03	54
	формальдегид	0,02	0,04	44

Наиболее высокие значения ИНР (до 8 %) отмечены для оксида углерода. Но поскольку это вещество 4-го класса опасности, то время наступления токсикологического эффекта составило 45 и более лет.

Наименьшим (29–44 года) этот показатель оказался для формальдегида, вещества 2-го класса опасности. При этом в пределах наиболее загруженного автотранспортом перекрестка улиц 10 лет Октября и Удмуртской (14180 автомобилей в час) концентрации загрязняющих веществ и, соответственно, ИНР оказались не самыми высокими.

На перекрестке улиц Советской и Удмуртской, где интенсивность транспортного потока в 1,5 раза ниже, фиксируются более высокие значения. Это объясняется как геоморфологическими условиями, так и спецификой организации транспортного движения. Транспортный поток на данном перекрестке увеличился за рассматриваемый период почти на 1 тыс. автомобилей (рис. 30). При этом по сравнению с 2004 г. ИНР по оксиду углерода снизился более чем в 3,5 раза, а ИНР по формальдегиду вырос в 1,5 раза (табл. 10). Вероятно, это обусловлено частыми автомобильными «пробками» на данном перекрестке и уклоном улиц. В автомобильных выбросах наибольшее количество органических соединений, в том числе и формальдегида, образуется на режимах холостого хода и малых нагрузок, когда температура сгорания в двигателе невысока.

Следует отметить, что, несмотря на интенсивный рост автотранспортных потоков в г.Ижевске (Приложение 2), концентрации основных газообразных загрязняющих веществ уменьшаются и редко превышают предельно допустимые значения, за исключением формальдегида. Следовательно, ИНР тоже снижается, а потенциальное время наступления общетоксических эффектов увеличивается (рис. 31).

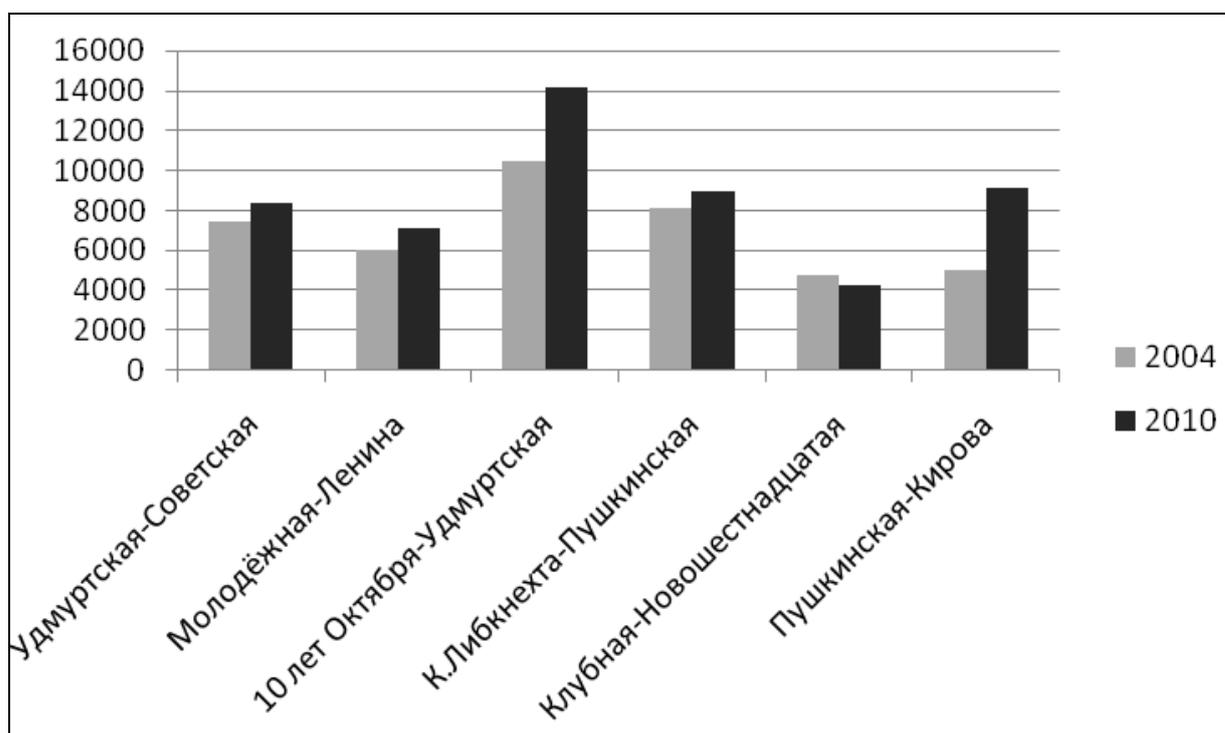


Рис. 30. Интенсивность транспортных потоков на отдельных перекрестках автодорог г.Ижевска (суммарное количество автомобилей в час по четырем пунктам наблюдения на пересекающихся улицах).

Таблица 10

Оценка неканцерогенного риска и потенциального времени наступления токсического эффекта на отдельных перекрестках г. Ижевска

Местоположение перекрестка	Загрязняющее вещество	ИНР для детей		Время наступления токсического эффекта, лет	
		2004 г.	2012 г.	2004 г.	2012 г.
ул. Советская – ул. Удмуртская	оксид углерода	0,29	0,08	23,5	44,6
	формальдегид	0,04	0,06	42,7	29,2
ул. К. Либкнехта – ул. Пушкинская	оксид углерода	0,09	0,06	38,0	62,5
	формальдегид	0,02	0,02	87,5	87,5

В то же время заболеваемость детского населения существенно выросла за рассматриваемый период (рис. 32). Только в 2011–2012 гг. наметилась некоторая тенденция снижения уровня как общей, так и первичной заболеваемости. Уровень заболеваемости органов дыхания среди детей за этот 10-летний период вырос в 1,3 раза (рис. 33). Сравнительный

анализ показал, что в пределах педиатрических участков, непосредственно примыкающим к улицам с интенсивными автотранспортными потоками, уровень заболеваемости органов дыхания детей колеблется от 1900 до 2100 ‰ (Приложение 1). Тогда как на удаленных участках регистрируются значения в пределах 1000–1500 ‰.

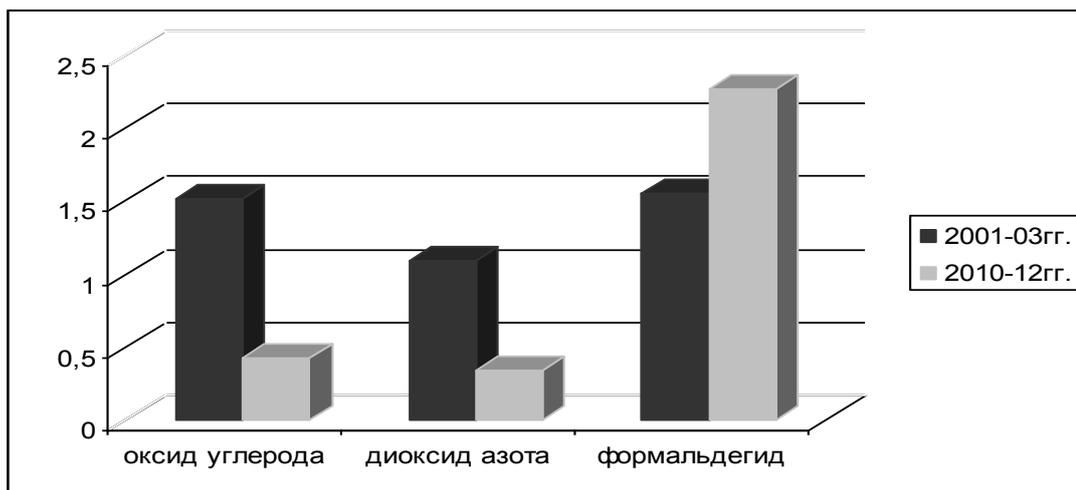


Рис. 31. Индекс неканцерогенного риска на перекрестках отдельных улиц г.Ижевска.

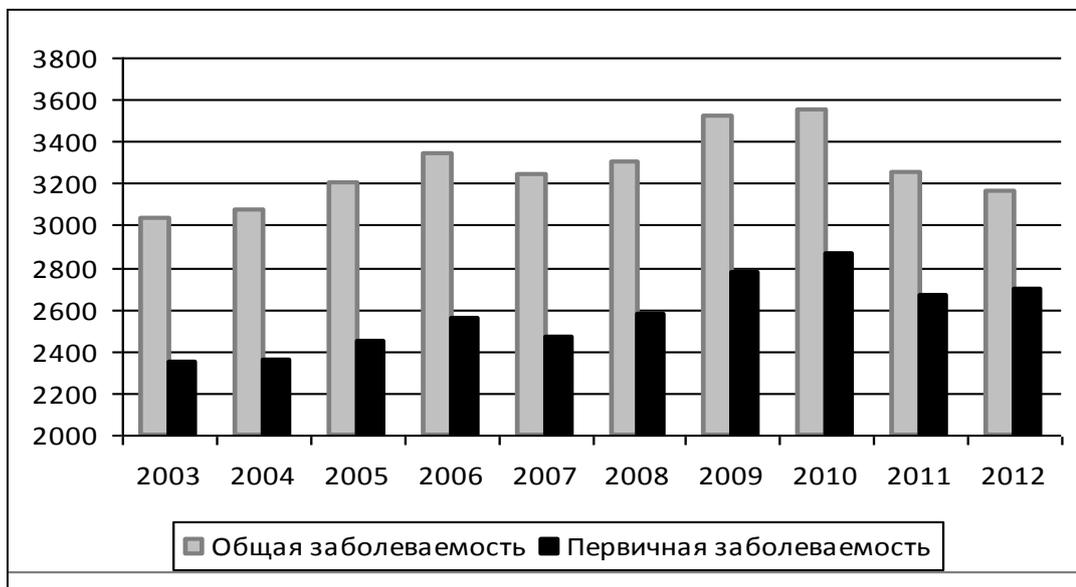


Рис. 32. Уровень заболеваемости детского населения г. Ижевска, на 1000 детей до 17 лет.

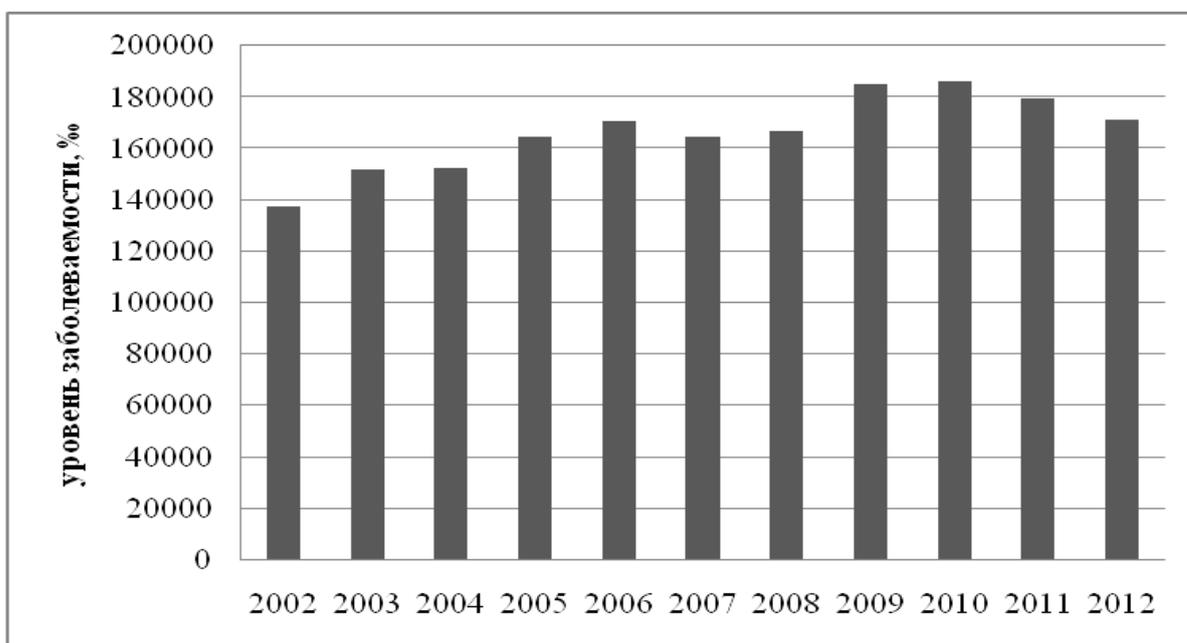


Рис. 33. Уровень заболеваемости органов дыхания детского населения г.Ижевска, на 1000 детей до 17 лет.

При территориальном сопоставлении значений ИНР и уровня заболеваемости детского населения в 2004 г. была выявлена тесная корреляционная связь с ИНР по оксиду углерода и формальдегиду (табл. 11). При этом более тесная связь проявилась в пределах поликлиник, обслуживающих центральную часть города.

Таблица 11

Коэффициенты парной корреляции между показателями заболеваемости детского населения г. Ижевска и индексом неканцерогенного риска

	ИНР по CO	ИНР по NO ₂	ИНР по SO ₂	ИНР по CH ₂ O	ИНР суммарный
Общая заболеваемость, 2004 г.	0,65	0,42	0,35	0,54	0,64
Заболеваемость органов дыхания, 2012 г.	0,11	0,16	0,44	0,52	0,41

В 2012 г. выявилась тесная корреляционная связь уровня заболеваемости органов дыхания с ИНР по формальдегиду и диоксиду серы,

в то время как значения неканцерогенного риска по диоксиду серы не превышают 0,008. По оксиду углерода и диоксиду азота корреляционная связь слабая, несмотря на высокие показатели риска. Менее очевидной стала связь с суммарным индексом риска. Вероятно, в последние годы по степени воздействия на здоровье населения фактор загрязнения атмосферного воздуха во многом перекрывается социально-экономическими факторами. Хотя в пределах центральной части города вероятность возникновения токсических эффектов остается по-прежнему высокой.

Наиболее тесная корреляционная связь уровня заболеваемости органов дыхания детского населения г.Ижевска с индексом общетоксического ингаляционного риска по большинству рассматриваемых загрязняющих веществ была выявлена в пределах ДГКП № 5, ДГКП № 7 и ДГП № 9. При этом, не всегда высокие значения риска соответствуют высокому уровню заболеваемости. Интерпретация уровня загрязнения атмосферного воздуха и, соответственно, уровня общетоксического риска здоровью населения, по 6-ти постам наблюдения не позволяет территориально дифференцировать санитарно-эпидемиологическую ситуацию. Поэтому при интерполяции значений в зоны высокого риска вошли и районы частной жилой застройки (например, на территории обслуживания ДГКП № 5).

Для подтверждения прогнозов по вероятности и времени проявления токсических эффектов, данных на основании уровня загрязнения атмосферного воздуха в 2001-03 гг., были сопоставлены карты суммарного индекса неканцерогенного риска и уровня заболеваемости органов дыхания детского населения г.Ижевска за 2008-2011 гг. Дети младшего возраста, для которых был рассчитан риск в 2004 г., стали подростками через 10 лет. Состояние их здоровья на данный момент позволяет оценить степень оправдания эколого-эпидемиологических прогнозов.

Максимальные значения суммарного ИНР в 2004 г. отмечались в пределах центральной и северо-восточной промышленных зон и составили более 25%. К этим зонам примыкают педиатрические участки, в пределах

которых уровень детской заболеваемости составлял в 2012 г. 1000-2000 ‰. Низкий уровень заболеваемости детского населения по классу органы дыхания (менее 1000‰) характерен для педиатрических участков ГБ № 3 и ГП № 3. Здесь отмечается минимальный уровень суммарного риска – менее 15 %. На территории ГKB № 7 уровень заболеваемость также составляет не больше 1000‰, но уровень риска в 2004 г. составлял 20 %. Поэтому существенное ухудшение состояния здоровья детей в пределах микрорайона Север, вполне могло быть обусловлено неблагоприятной ситуацией в начале 2000-х годов.

Противоречивая ситуация сложилась в районе Старого аэропорта (ДГП № 8) и в пределах ДГКП № 5. В пределах обслуживания данных поликлиник суммарный уровень риска имеет невысокие значения – менее 15 %, а уровень детской заболеваемости колеблется от 1000 до 1500 ‰ на педиатрических участках ДГКП № 5, и от 1000 до 2000 ‰ на территории ДГП № 8. Также неоднозначно оценивается обстановка в Северо-западном и Северном районах, которые находятся под патронажем МУЗ ДГП №9. Уровень риска в данной части города варьирует от 15 % до 20 %. В то время как уровень детской заболеваемости по классу органы дыхания составляет от 1500 до 2000 ‰ и на отдельных педиатрических участках (1, 7, 8) достигает максимальных значений – более 2000 ‰.

Корреляционную связь между уровнем заболеваемости органов дыхания детей в 2008-12 гг. и уровнем риском, рассчитанным в 2004 г. можно характеризовать как связь слабой и средней силы. Связь между заболеваемостью и ИНР по диоксиду азота и сернистому ангидриду, практически отсутствует. Вероятно, это связано с тем, что ИНР по данным веществам в 2004 г. не превышал порогового 5%-ого уровня и время ожидаемого токсического эффекта составило более 60 лет. Корреляционная связь с ИНР по оксиду углерода и суммарному риску более выраженная, что можно объяснить высокими значениями риска (более 20 %). Время

ожидаемого токсического эффекта, исходя из концентраций оксида углерода, находилось в пределах опасного временного интервала – 14-25 лет.

Таким образом, сравнительный анализ карт показал, что в районах с наиболее высоким уровнем суммарного риска отмечается повышенный уровень заболеваемости, несмотря на существенное снижение уровня загрязнения атмосферы за рассматриваемый период.

**ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ
г.ИЖЕВСКА ПО ДАННЫМ ЭПИЗОДИЧЕСКИХ ЗАМЕРОВ КОНЦЕНТРАЦИИ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА) в г.Ижевске, рассчитанный исходя из концентраций приоритетных примесей (рис. 34), по данным мониторинга в 2014-2015гг. составил чуть менее 3. Максимальное значение было зафиксировано в 2003 году (13,68), а в 2016 г. КИЗА составило 8,67. В целом, линия тренда удерживается на значении ниже 8 и показывает постепенное снижение уровня загрязнения.

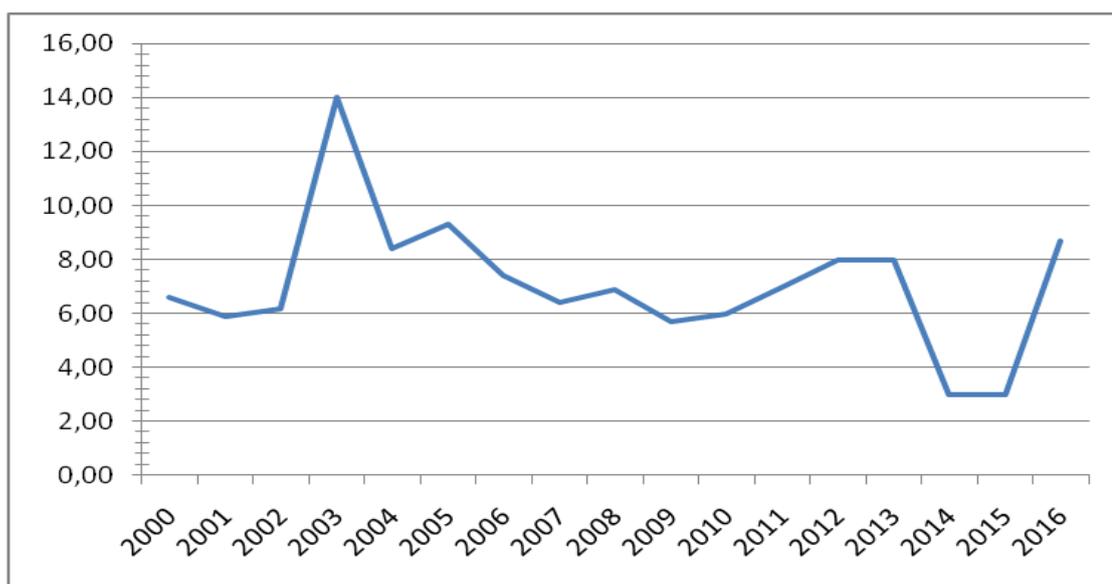


Рис. 34. Значения комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА), рассчитанного по данным мониторинга по 5-ти приоритетным примесям [29].

Существенное снижение значений КИЗА в 2014-2015гг связано с увеличением значения среднесуточной предельно допустимой концентрации (ПДК) формальдегида с 0,003 мг/м³ до 0,01 мг/м³ [90], что уменьшило его итоговый вклад в значения КИЗА. Вклад формальдегида в расчетные значения КИЗА, по данным мониторинга Удмуртского ЦГМС, снизился за

год с 4,3 до 1,13 [2]. В тоже время, даже с учетом увеличения ПДК, как и в значительном количестве других городов РФ, формальдегид входит в число приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха г.Ижевска и характеризуется неуклонным ростом концентраций в последнее десятилетие. С 2009г. среднегодовые концентрации формальдегида существенно выросли (рис. 35), доля проб с превышением ПДК увеличилась с 1,4% до 6,0%.

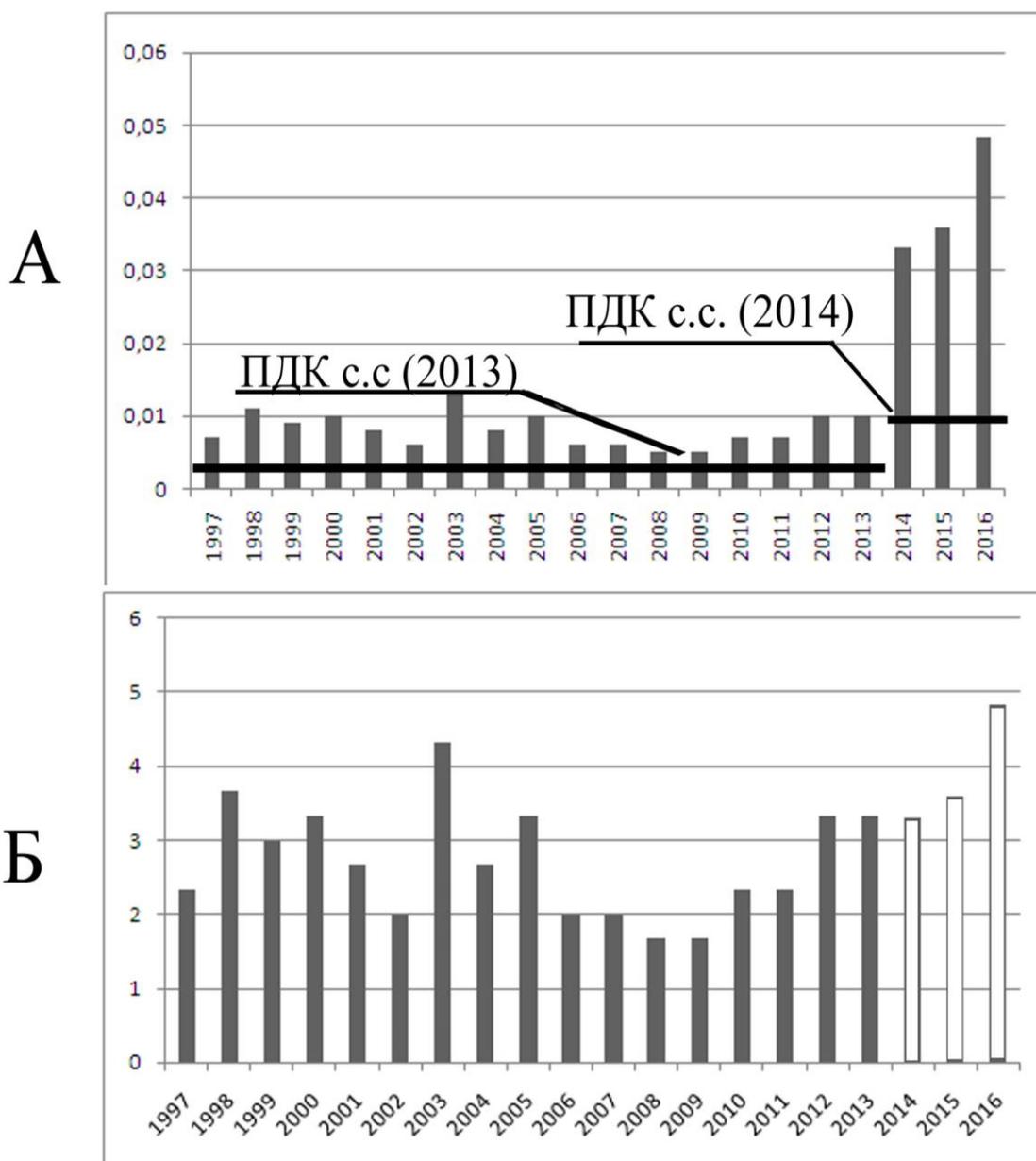


Рис. 35. Концентрация формальдегида в г.Ижевске, (А –концентрации формальдегида в мг/м³; Б –концентрации формальдегида в долях ПДК) (по данным Удмуртского ЦГМС).

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) для г.Ижевска, рассчитанный по данным эпизодических замеров, проведенных кафедрой

экологии и природопользования УдГУ в 2014-2016г в был выше, чем по официально публикуемым данным и составил составил 5,7. При этом, в точках наблюдения, расположенных вблизи автодорог, это значение составило 7, а для внутридворовых территорий – 3,3, что в 2,1 раза меньше (рис. 36, 37). Более высокие концентрации загрязняющих веществ (почти в 1,4 раза выше), а соответственно и КИЗА, отмечаются летом, что обусловлено более высоким потенциалом загрязнения воздушного бассейна г.Ижевска в теплый период (рис. 38), а также большей интенсивностью транспортных потоков. При этом, летом для транспортных потоков характерны более сглаженные пики увеличения интенсивности в часы утренней и вечерней максимальной нагрузки и в среднем большее количество транспорта в дневное время. Наибольший вклад в расчетные значения КИЗА внесли азота диоксид (34%) и формальдегид (51%).

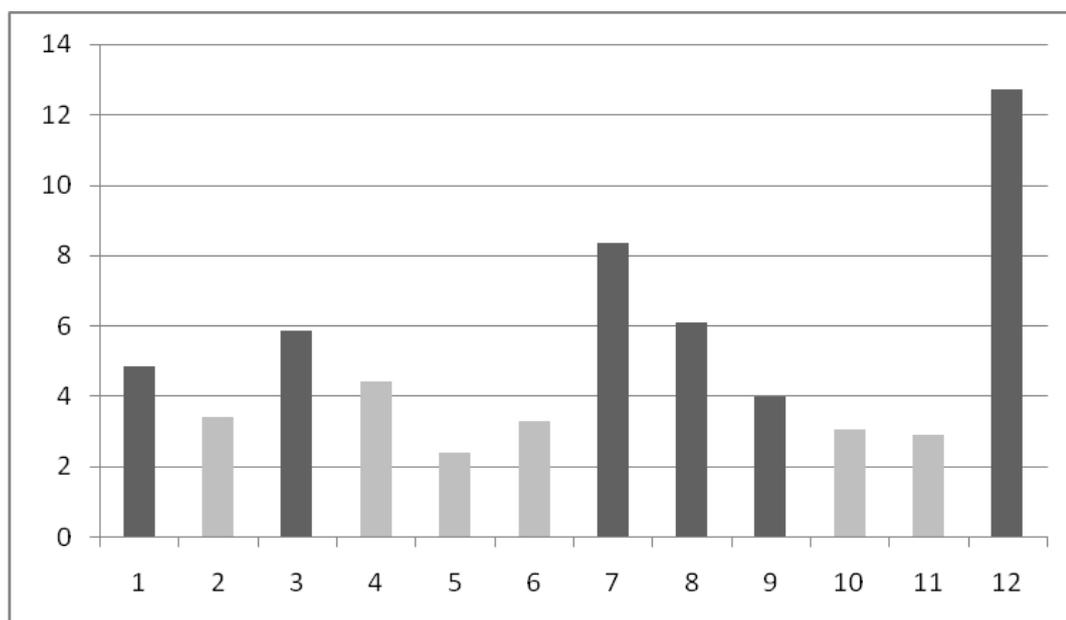


Рис. 36. Значения КИЗА, рассчитанного по данным эпизодических замеров в пунктах отбора проб (темно-серым цветом отображены пункты отбора проб, расположенные вблизи автодорог, светло-серым – во внутридворовой территории).

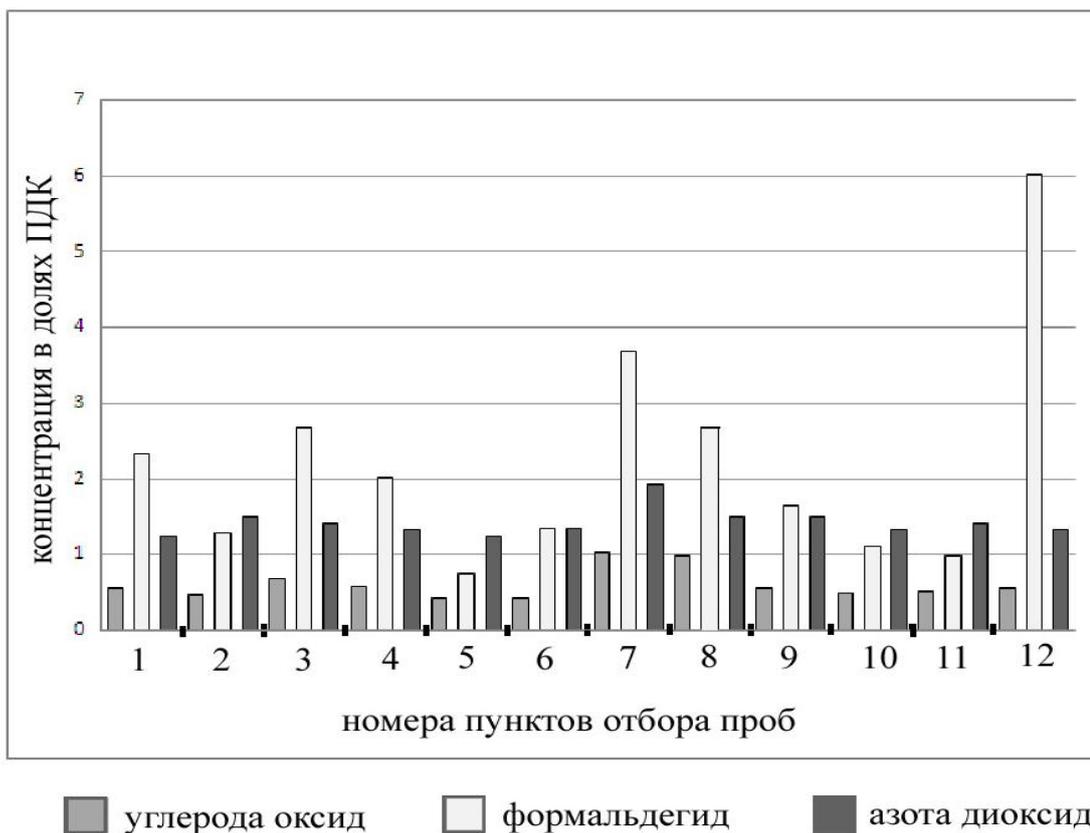


Рис. 37. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в долях ПДК в атмосферном воздухе г.Ижевска, 2014-16 гг.

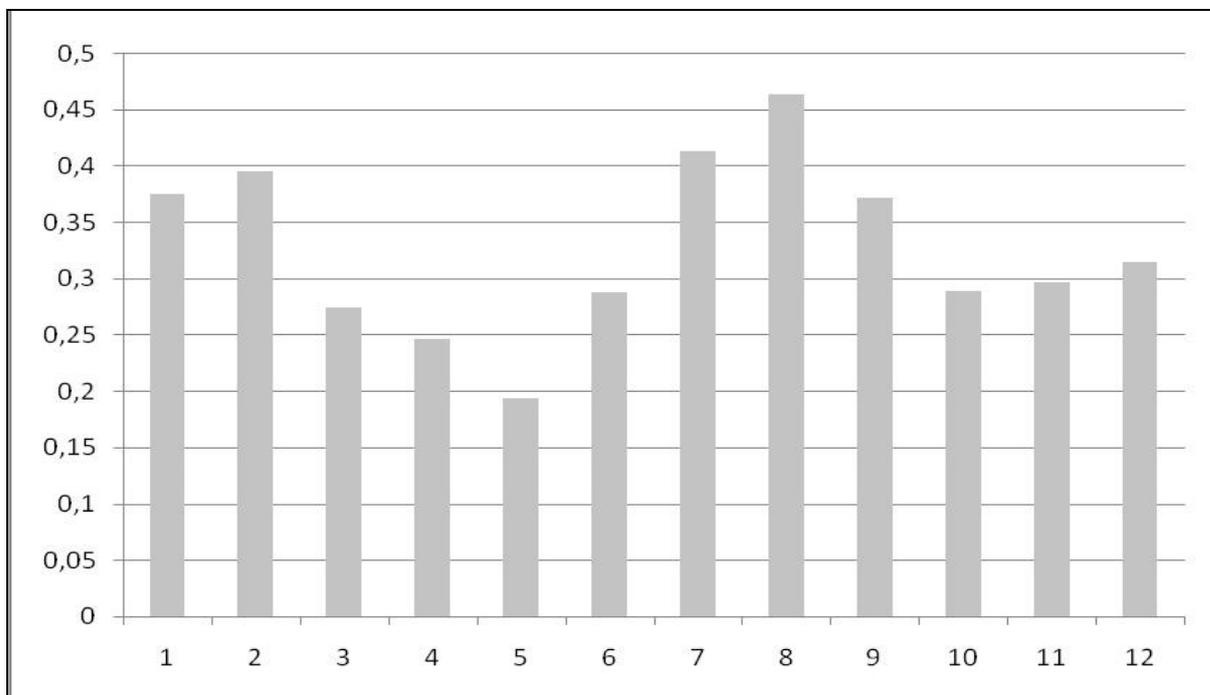


Рис. 38. Годовой ход метеорологического потенциала загрязнения атмосферного воздуха в г.Ижевске.

В 2016г. максимальные среднесуточные концентрации по формальдегиду (9 ПДКсс) наблюдались в микрорайоне Metallург и на ул. Московская (4 ПДКсс) (рис. 39, 40).

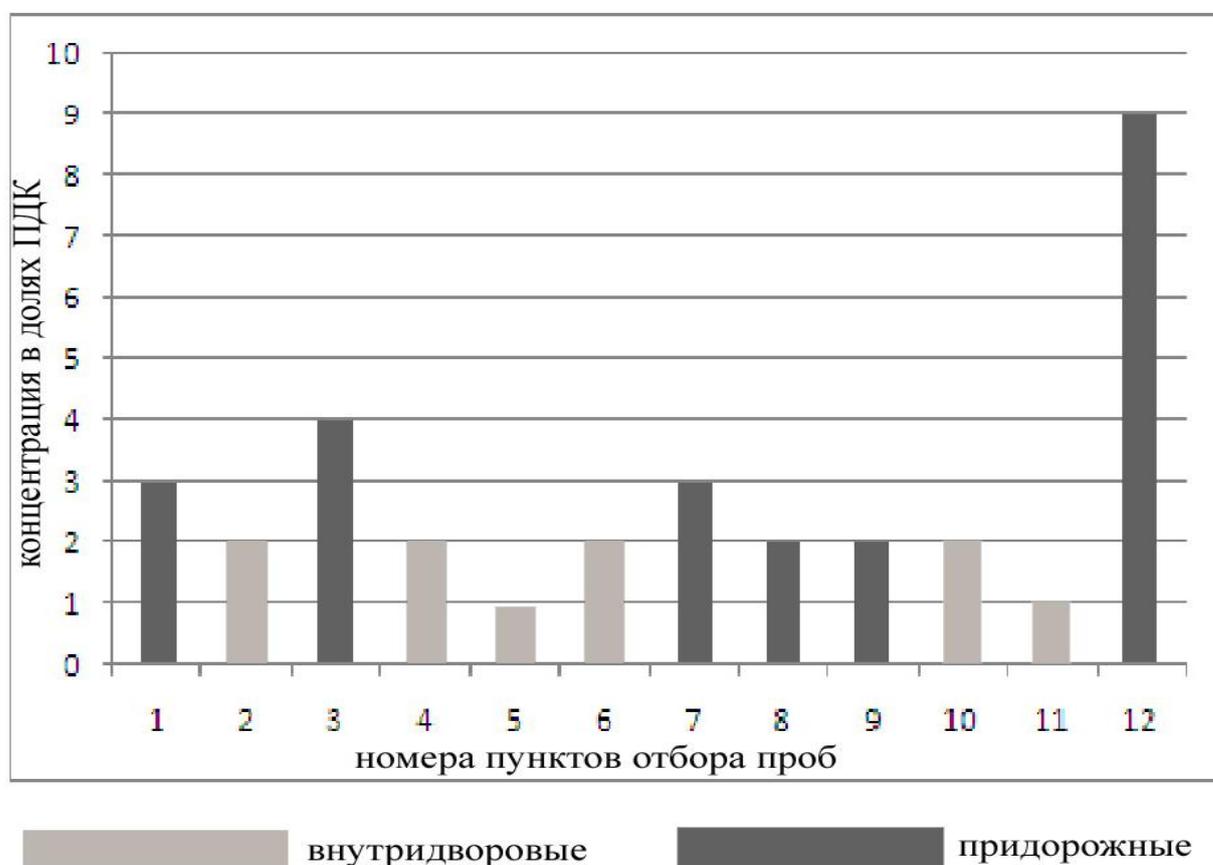
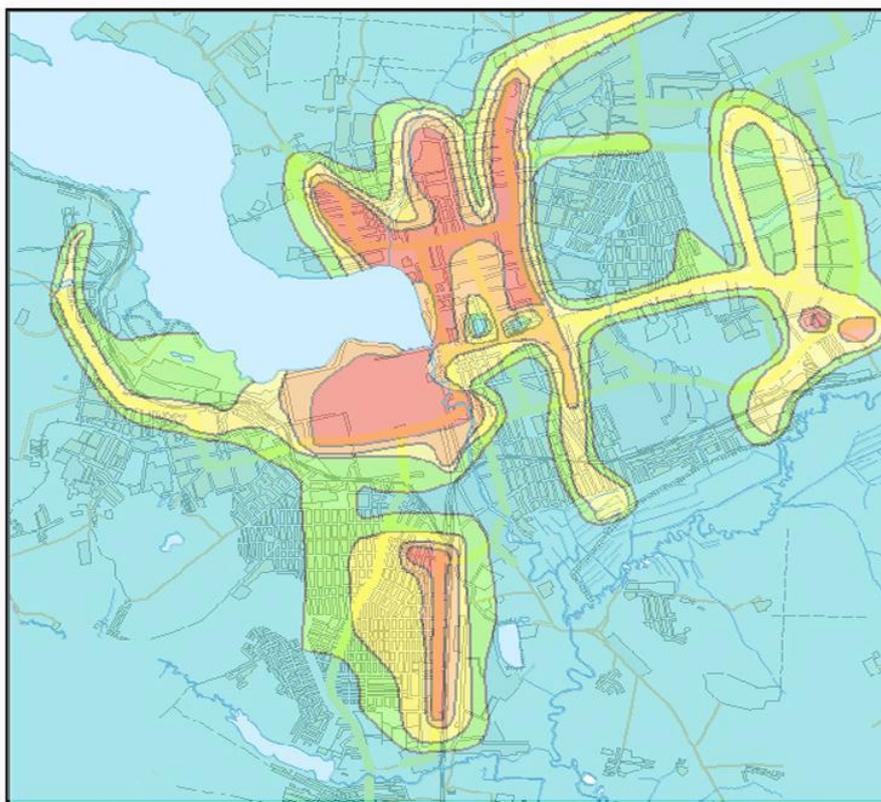


Рис. 39. Среднесуточная концентрация формальдегида на эпизодических постах наблюдения 2016г.

Соответственно максимальное значение индекса общетоксического риска (7,47) приурочено к северной части города (рис. 41). При этом время проявления токсического эффекта составляет всего 3,5 лет. Такая ситуация объясняется, прежде всего, большим числом автотранспорта, курсирующего в этом районе, заторами в часы пик. Так же отчетливо выделяются транспортные узлы, ведущие к выезду из города: Сарапульский и Якшур-Бодьинский тракты. На большей территории города отмечается опасный (более 1) уровень ингаляционного риска здоровью детей, вызванного высокими концентрациями формальдегида.

Допустимое значение риска (0,51) со временем проявления токсического эффекта 102 года, приурочено к юго-восточной части города (микрорайон Позимь). Предельно допустимые значения риска соответствуют микрорайонам Привокзальный, Восточный, Ипподромный, Карлутский, Кульбаза и Буммаш. Среднее значение риска по городу составляет 2,75 (опасный уровень) при времени наступления токсического эффекта 17,6 лет.



Концентрация формальдегида в долях ПДК

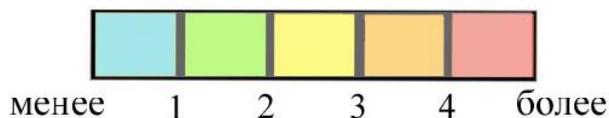


Рис. 40. Среднесуточная концентрация формальдегида на территории г.Ижевска по данным эпизодических исследований 2014-16гг.

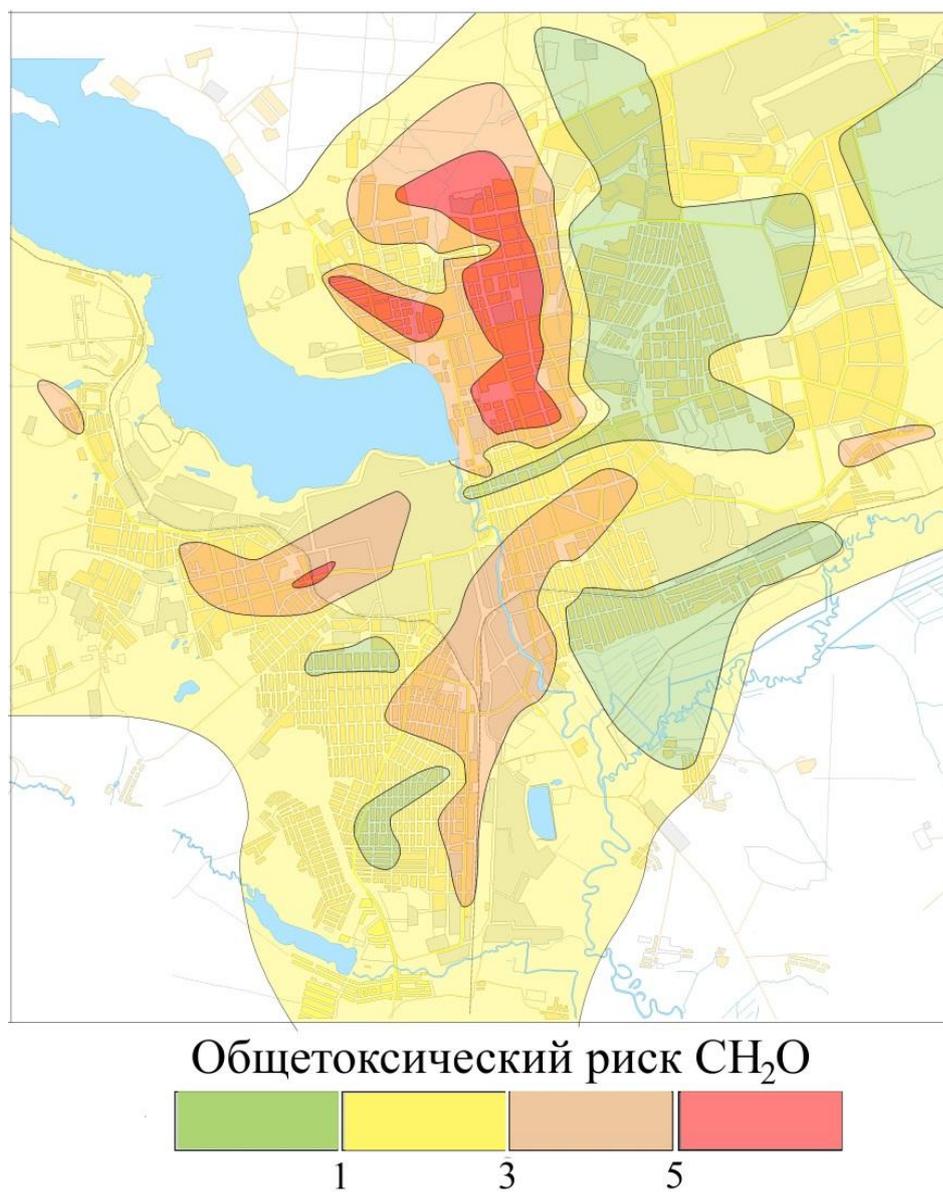


Рис. 41. Распределение индекса неканцерогенного риска по формальдегиду на территории г.Ижевска, 2014-16гг.

Существенный вклад в загрязнение воздуха г.Ижевска вносит оксид углерода. Максимальные среднесуточные концентрации, соответствующие ПДК_{СС}, зафиксированы в микрорайоне Metallurg и на пересечении улиц М.Горького и К.Либнехта (рис. 42, 43).

До 2012г. оксид углерода вносил наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха г.Ижевска. В последние годы существенно изменилась структура транспортных потоков. Уменьшилось, прежде всего, количество грузового транспорта. Поэтому за последние пять лет ситуация в отношении оксида углерода стала менее напряженной. В 2004г. уровень риска здоровью

детей был в пределах опасного (14-25 лет) [33]. К 2012г. величина риска снизилась в 1,5-2 раза.

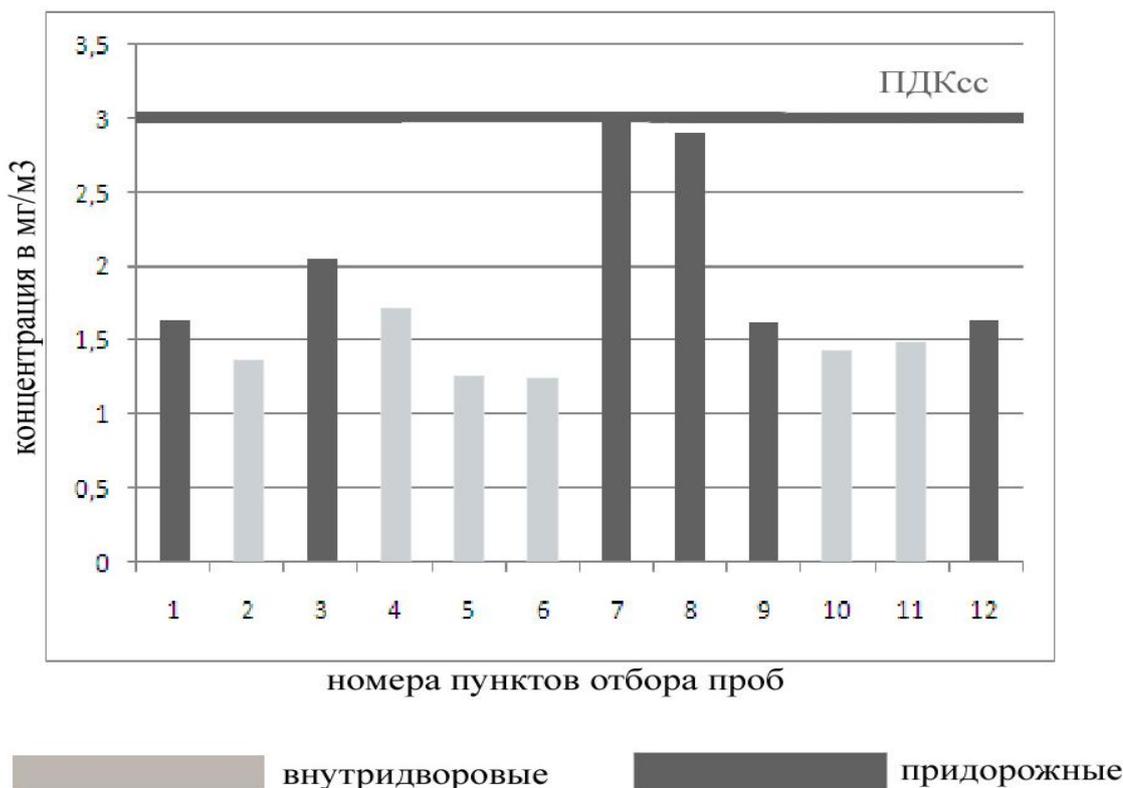
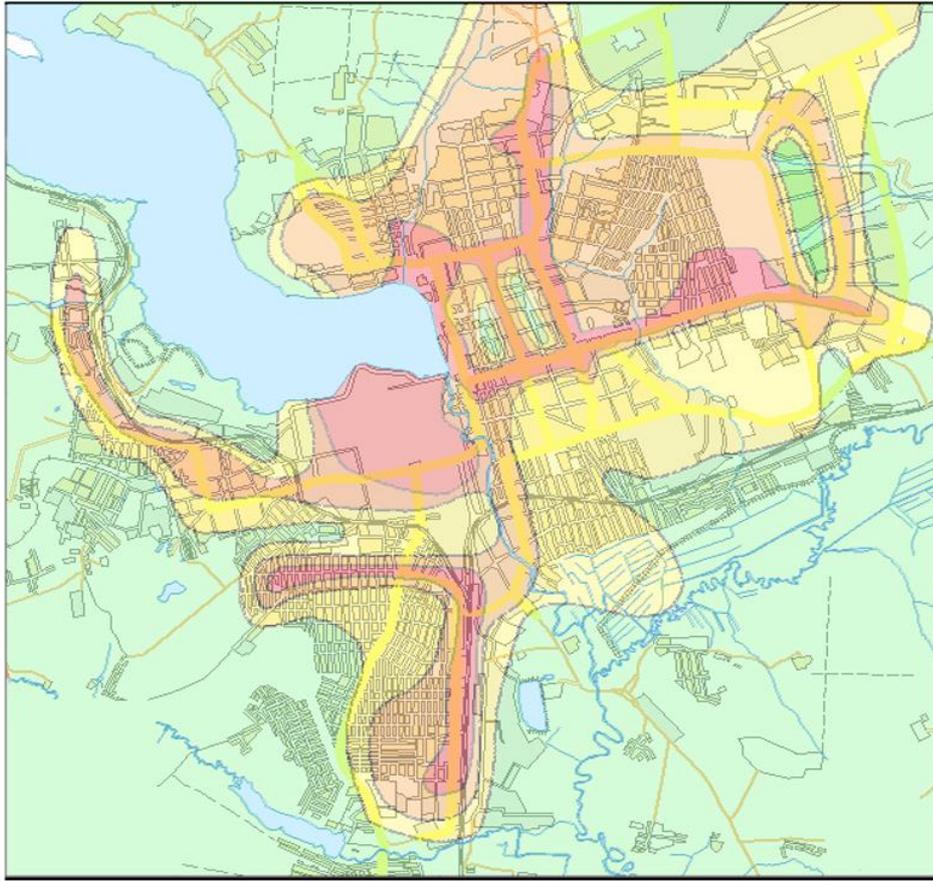


Рис. 42. Среднесуточная концентрация оксида углерода на эпизодических постах наблюдения 2014-16гг.

Большая часть города относится к допустимому уровню общетоксического риска (рис. 44). Величина риска варьирует от 0,1 до 1,0. Максимальное значение (1,0) приурочено к юго-западной части микрорайона Воткинский и является, согласно принятым критериям, предельно допустимым, вызывающим беспокойство. Потенциальное время проявления токсического эффекта при данном уровне риска составляет 40 лет. Относительно высокие значения риска соответствуют Центральному и Южному промышленным микрорайонам, Привокзальному жилому району и юго-западной части микрорайона Культбаза. Среднее значение риска составляет 0,4 (целевой риск) при времени наступления токсического эффекта 96 лет, что является допустимым, не вызывающим беспокойство.



Концентрация оксида углерода в долях ПДК

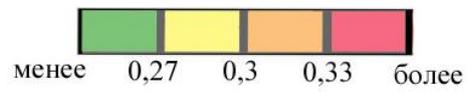


Рис. 43. Среднесуточная концентрация оксида углерода на территории г.Ижевска по данным эпизодических исследований 2014-16гг.

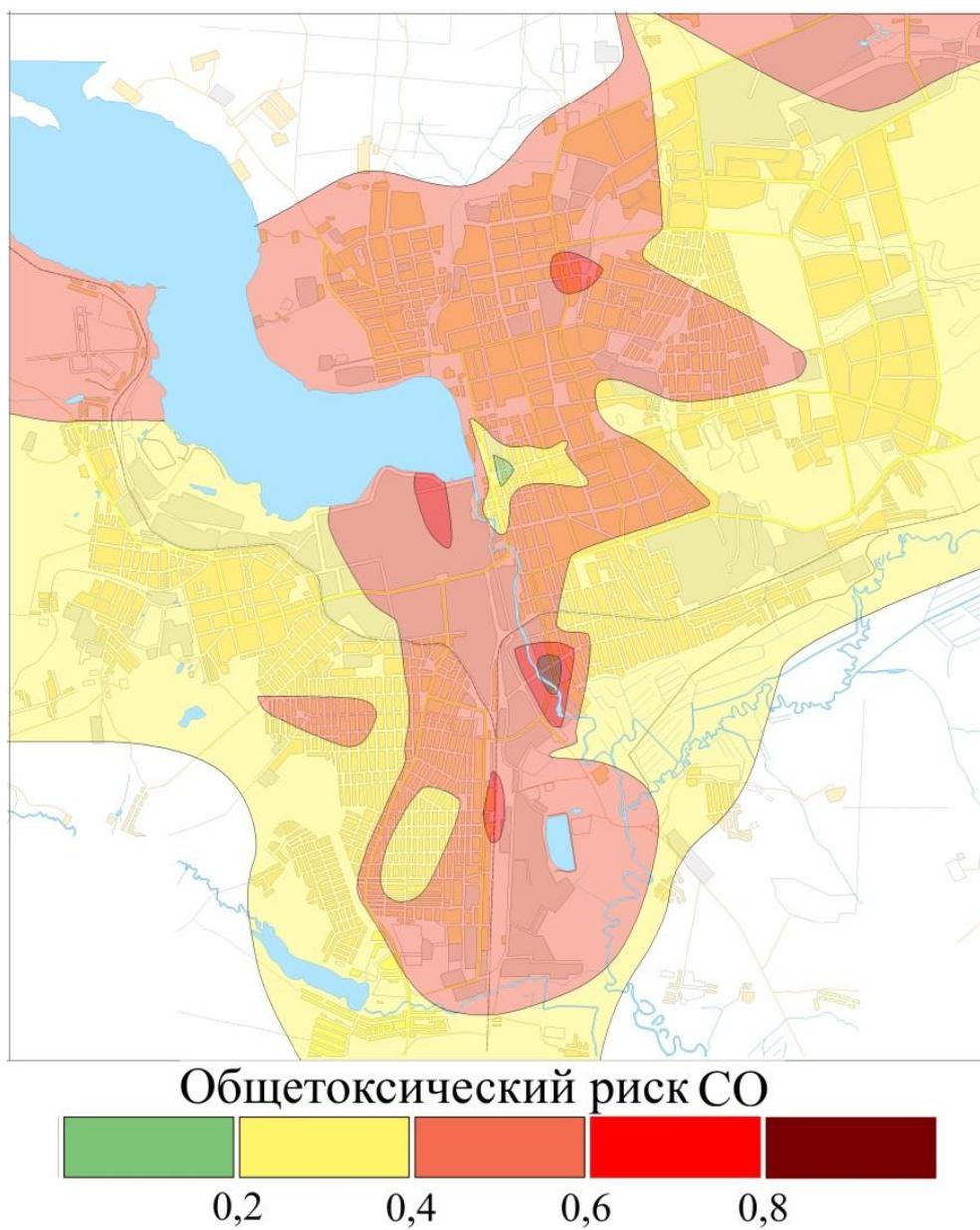


Рис. 44. Распределение индекса неканцерогенного риска по оксиду углерода на территории Ижевска 2014-16гг.

Относительно меньший риск здоровью населения обусловлен загрязнением воздуха диоксидом азота. В рассматриваемый период максимальная среднесуточная концентрация азота диоксида составляла 1,9 ПДК_{сс} в микрорайоне Metallург (рис. 45, 46). Средняя концентрация по городу (1,4 ПДК_{сс}).

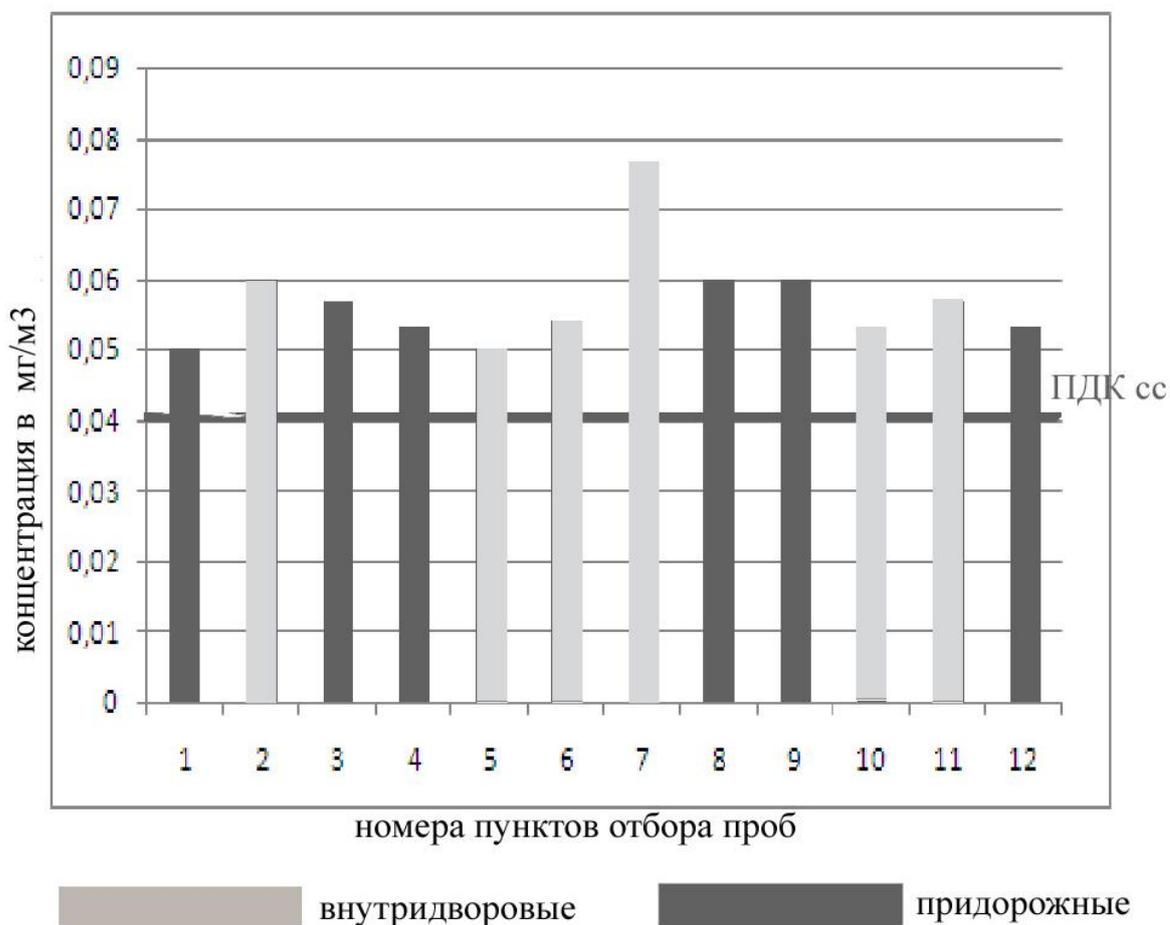
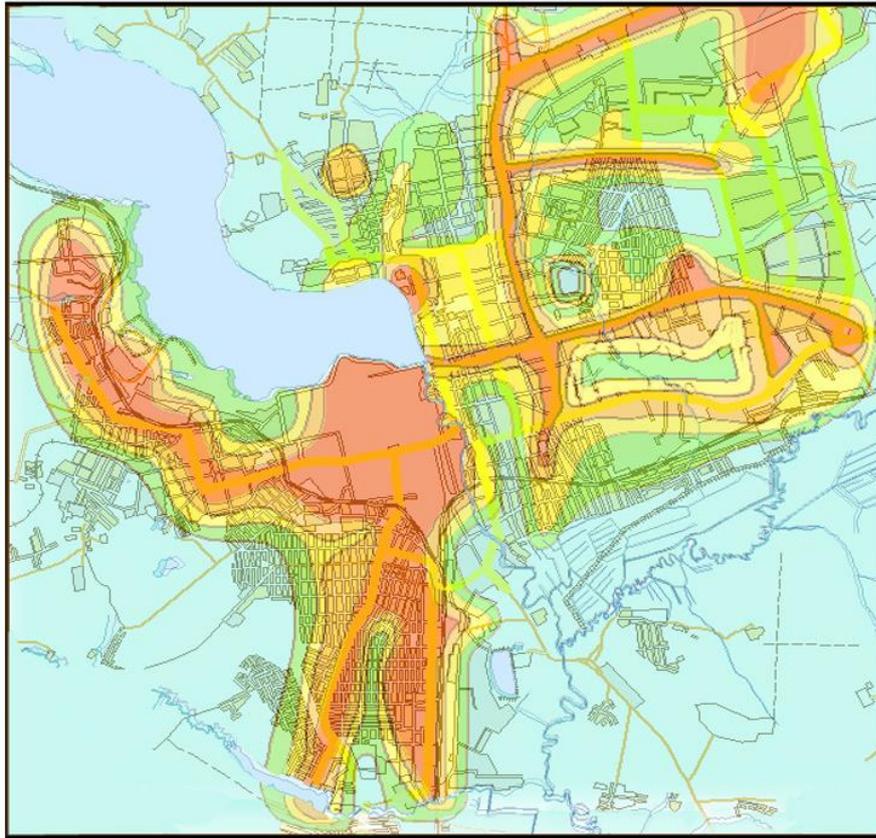


Рис. 45. Среднесуточная концентрация азота диоксида на эпизодических постах наблюдения 2014-16гг.

Большая часть города относится к допустимому уровню риска (рис. 47). Максимальное значение (1,04) приурочено к западной части микрорайона Центр (набережная Ижевского пруда) и соответствует опасному уровню. Вызывает опасение и потенциальное время проявления токсического эффекта - 32,7 года. Так же отчетливо выделяется транспортный узел, ведущий к выезду из города на Сарапульский тракт (ул. Магистральная). Период проявления неблагоприятных эффектов менее 25 лет отмечается и для внутриквартальных площадок, где на сегодняшний день крайне актуальной является проблема парковки автомобилей. Среднее значение риска по городу составляет 0,13 при длительном времени наступления токсического эффекта - 298 лет.



Концентрация диоксида азота в долях ПДК

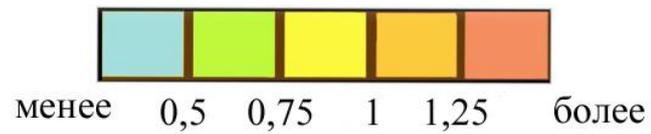


Рис. 46. Среднесуточная концентрация азота диоксида на территории г.Ижевска по данным эпизодических исследований 2014-16гг.

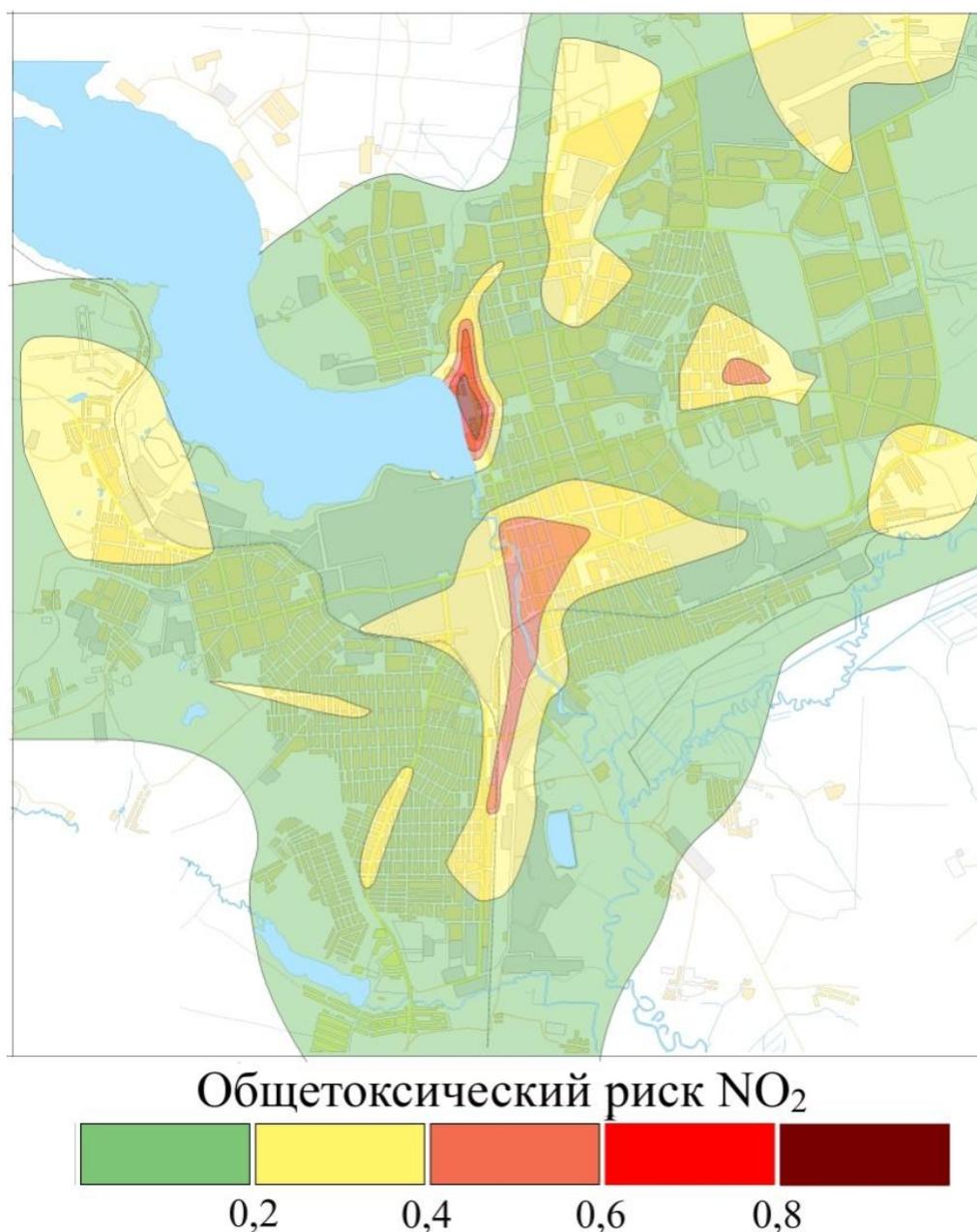


Рис. 47. Распределение индекса неканцерогенного риска по диоксиду азота на территории Ижевска 2014-16г.

Суммарный индекс общетокического риска служит индикатором общей напряженности экологической обстановки по уровню загрязнения атмосферного воздуха. Величина этого показателя варьирует от 0,98 до 9,73 и является, согласно принятым критериям, вызывающей беспокойство и, в большинстве случаев, опасной. Максимальные значения приурочены к северными и центральным жилым районам города (рис. 48). Это юго-запад микрорайона Воткинский, центральная часть микрорайона Северо-западный, северная и центральная часть микрорайонов Южный (промышленный) и

Привокзальный соответственно, запад микрорайонов Строитель, центральная часть микрорайона Ракетный. Также отчетливо выделяются транспортные узлы, ведущие к выезду из города. Среднее значение риска по городу составляет 1,95.

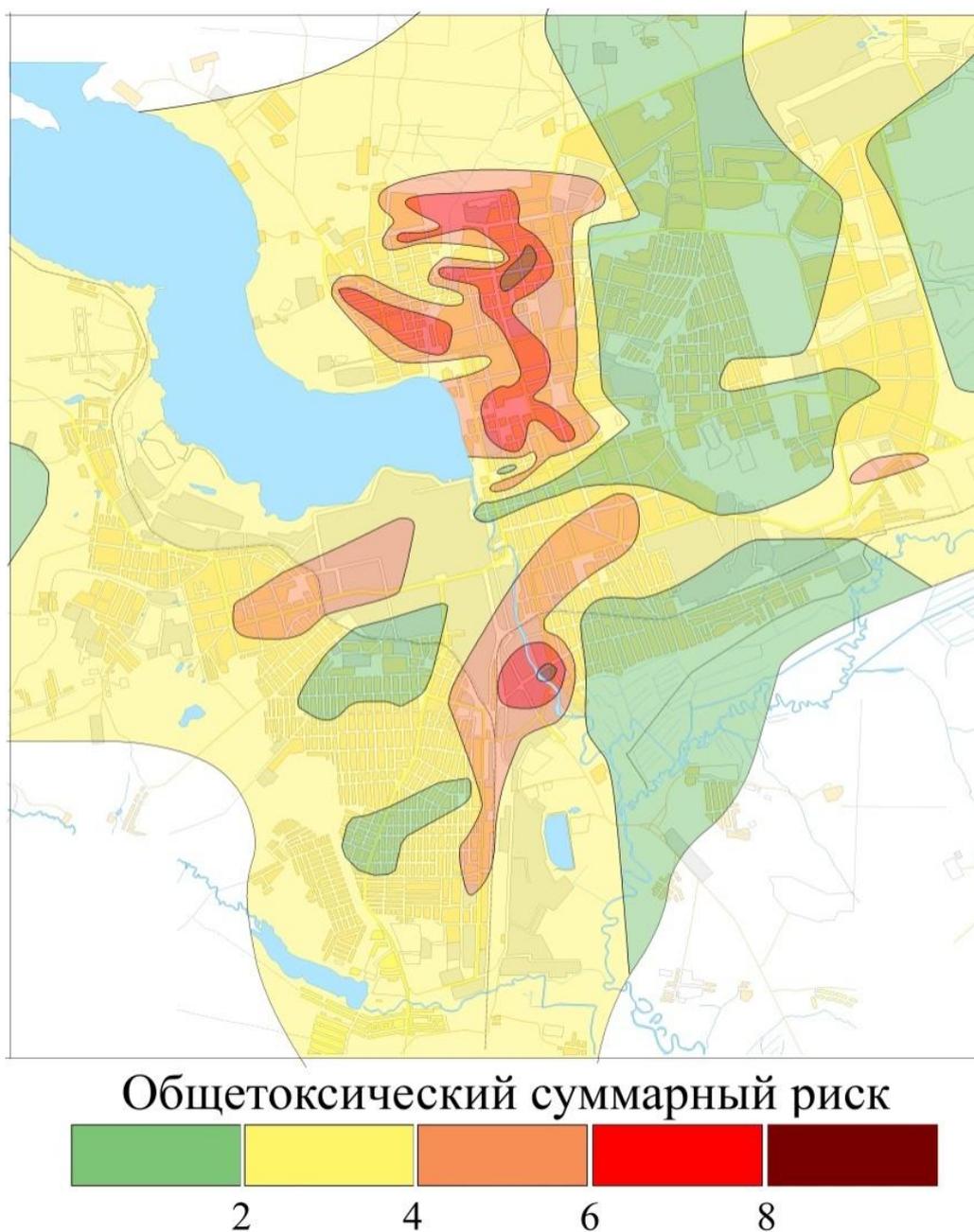


Рис. 48. Распределение суммарного индекса неканцерогенного риска на территории г.Ижевска, 2014-16гг.

Визуально карта общетоксического суммарного риска имеет соответствие с картой КИЗА (рис. 49). Высокие значения КИЗА (более 3)

соответствуют крупным автодорогам города (ул. Азина, ул. 10 лет Октября, ул. Удмуртская, ул. Кирова и др.) и промышленным площадкам предприятий (Ижсталь, ИЭМЗ «Купол», Ижевский радиозавод), которые характеризуются высокими концентрациями выбросов загрязнителей как от стационарных, так и передвижных источников. Низкие значения (менее 1) в большинстве соответствуют внутриквартальным территориям и частному сектору.

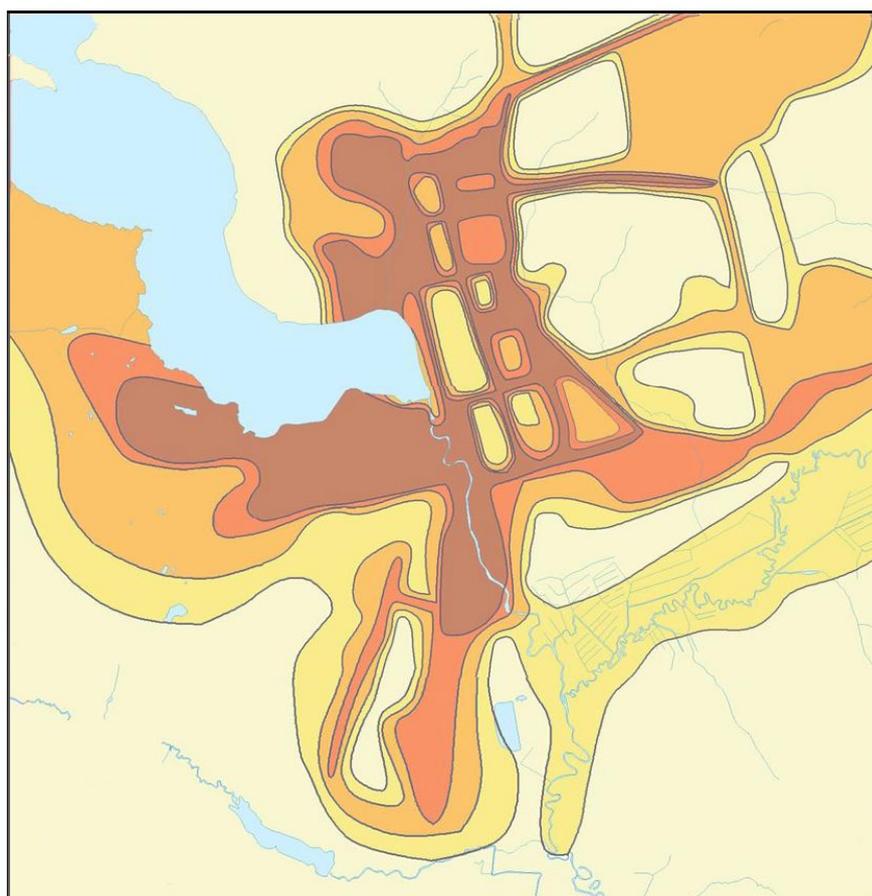


Рис. 49. Значения комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (КАИЗА) на территории г.Ижевска по данным эпизодических исследований 2014-16гг.

Для установления связи между уровнем общей детской заболеваемости и суммарным индексом неканцерогенного риска был рассчитан коэффициент парной корреляции Пирсона. В целом по городу (на уровне 170

педиатрических участков) этот показатель отразил слабую прямую связь ($r = 0,28$; $p < 0,05$).

Для подтверждения прогнозов по вероятности и времени проявления токсических эффектов были сопоставлены карты суммарного индекса неканцерогенного риска, рассчитанного в 2004г. и уровня заболеваемости детского населения г.Ижевска за 2015г. Дети младшего возраста, для которых был рассчитан риск в 2004 г., стали подростками через 12-14 лет. Состояние их здоровья на данный момент позволяет оценить степень оправдания эколого-эпидемиологических прогнозов, что с методологической точки зрения представляет значительный интерес.

Максимальные значения суммарного ИНР в 2004г. отмечались в пределах центральной и северо-восточной промышленных зон и составили более 25%. К этим зонам примыкают педиатрические участки, в пределах которых уровень детской заболеваемости составлял в 2016г. 2000-3700‰. Низкий уровень заболеваемости детского населения (менее 2000‰) характерен для педиатрических участков ГП №2 и ДГКП №8. Здесь отмечается минимальный уровень суммарного риска – менее 15%. Корреляционную связь между уровнем общей детской заболеваемости 2015г. и суммарным индексом неканцерогенного риска 2004г. можно охарактеризовать как заметную – 0,63.

Таким образом, мы можем предположить, что высокие концентрации, прежде всего, оксида углерода в начале 2000-х годов, с рассчитанным временным интервалом риска в 14-25 лет, во многом стали причиной высокого уровня заболеваемости детей в наши дни, несмотря на существенное снижение уровня загрязнения атмосферы за последние 10-15 лет. Это подтверждается территориально: именно для поликлиник с уровнем заболеваемости более 2800 ‰ риск оказался наиболее высоким.

На данный момент территориальное сопоставление уровня заболеваемости детского населения г.Ижевска с уровнем загрязнения атмосферного воздуха оказалось менее выраженное. Коэффициент парной

корреляции по 170 участкам обслуживания детского населения составил всего 0,1. Неблагополучная ситуация с загрязнением атмосферного воздуха (значения КИЗА более 3) характерна для педиатрических участков как с высокими, так и с низкими показателями заболеваемости (рис. 50). Гораздо более выраженная связь (коэффициент корреляции 0,55) была выявлена между уровнем заболеваемости детей в 2015г. и индексом загрязнения атмосферы 2001г. В данном случае отмечается четко выраженное возрастание уровня заболеваемости детей на педиатрических участках с высокими значениями ИЗА и наоборот (рис. 51).

Данную ситуацию можно рассматривать как своеобразный «эффект запаздывания». То есть можно предположить, что состояние здоровья детского контингента в данный период времени во многом было определено уровнем загрязнения атмосферного воздуха в начале 2000-х годов. При этом следует отметить, что с 1991г. по 2010г. объемы выбросов загрязняющих веществ в г.Ижевске снизились с 120 до 80 тыс. тонн (Приложение 2). Уровень общей заболеваемости детского населения за этот период вырос с 2150 до 3500 ‰. И только за последние пять лет наметилась тенденция к снижению показателей заболеваемости детей, возможно, как отражение некоторой стабилизации экологической ситуации в предыдущие 10 лет.

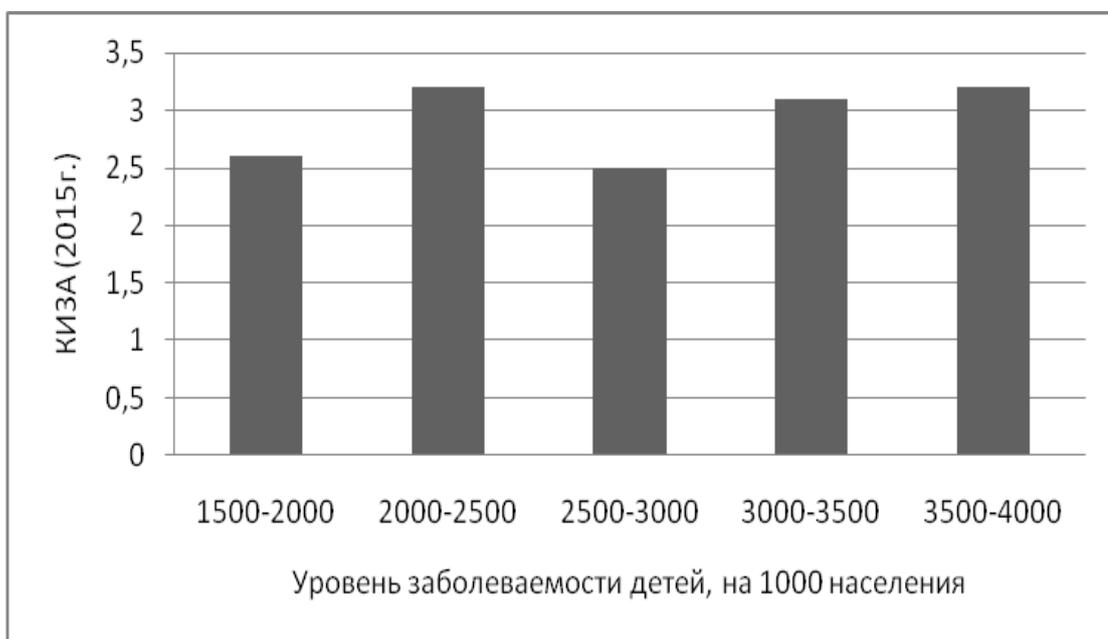


Рис. 50. Сопоставление показателей КИЗА за 2015г. с уровнем общей заболеваемости детей (2015г.) по территориям обслуживания педиатрических участков.

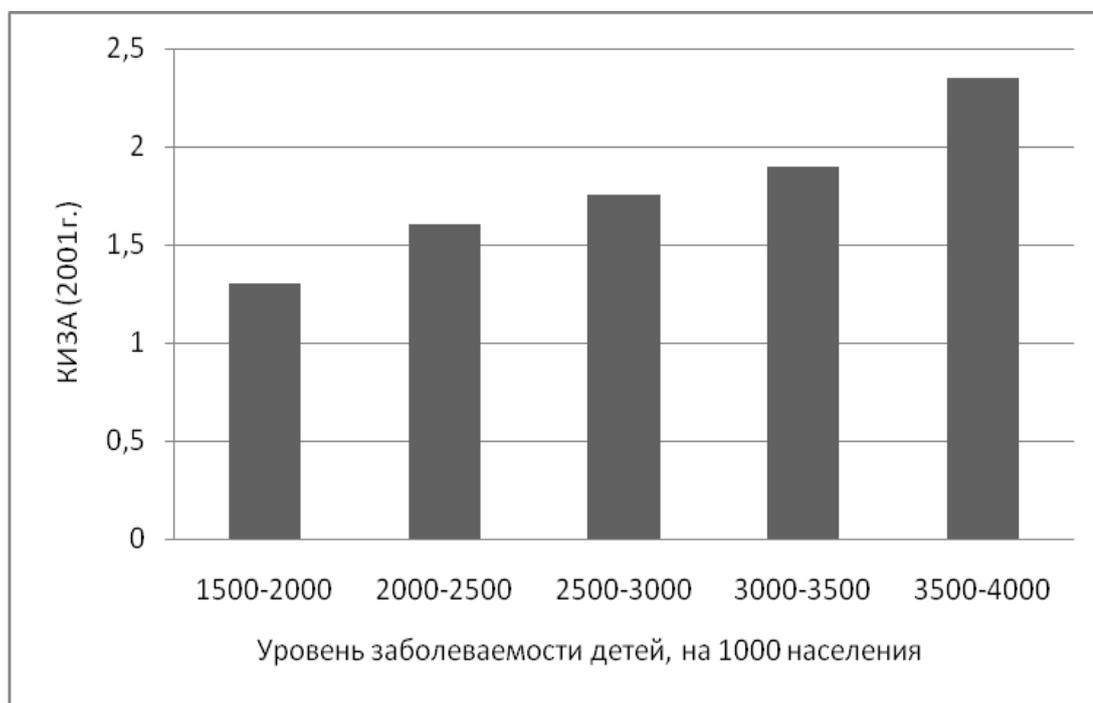


Рис. 51. Сопоставление показателей ИЗА за 2001г. с уровнем общей заболеваемости детей (2015г.) по территориям обслуживания педиатрических участков.

Исходя из сложившейся в последние годы экологической ситуации, рассчитанные индексы неканцерогенного ингаляционного риска и времени наступления токсического эффекта позволяют сделать крайне неблагоприятный прогноз развития санитарно-эпидемиологической ситуации. Высокие показатели заболеваемости детей в центральной и северной части г.Ижевска, возможно, вызваны максимальными для этой территории концентрациями формальдегида в последние годы. При таких превышениях ПДК отклонения в состоянии здоровья детей, такие как поражение центральной нервной системы, хронический бронхит, снижение иммунитета, могут проявиться в течение пяти лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложившаяся в России практика сбора и обработки информации о состоянии объектов окружающей среды предусматривает, в основном, оценку соответствия среды обитания установленным нормативам. Указанный подход может быть использован при картографировании санитарно-эпидемиологической и экологической обстановки, экологическом и гигиеническом контроле за объектами экономики. Однако в силу своего экстенсивного характера он недостаточен для оценки (или прогнозирования) влияния окружающей среды на здоровье населения. Концепцией социально-гигиенического мониторинга в качестве основного прогнозного метода анализа, позволяющего характеризовать качество окружающей среды и выявить приоритеты опасности, рекомендована методология по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ.

На территории Удмуртской Республики на сегодняшний день данная методика применяется лишь ограниченно. Даже в пределах г.Ижевска, где расположены основные пункты мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, оценка риска проводится выборочно и без увязки с медико-статистической информацией по состоянию здоровья населения.

Социально-гигиенический мониторинг необходимо проводить не только на уровне муниципальных образований (города и административные районы). Применение геоинформационных систем позволяет сегодня оперативно собирать, обрабатывать, картографировать и анализировать статистическую территориально дифференцированную информацию любого уровня (при отсутствии административно-ведомственных преград), вплоть до адресной привязки.

Обязательными условиями обеспечения полноценного анализа влияния факторов окружающей среды на здоровье является наличие соответствующей максимально достоверной базы данных, которая должна

регулярно обновляться. На основе данной автоматизированной гетерогенной информации возможно создание электронных атласов и информационно-справочных систем социально-гигиенического мониторинга.

Накопленный кафедрой экологии и природопользования Удмуртского государственного университета материал по оценке связи экологического состояния г.Ижевска и здоровья детского населения на протяжении 25 лет может стать базовой основой для реализации проекта по созданию электронной версии атласа «Социально-гигиенический мониторинг в г.Ижевске».

Основные выводы по результатам пространственно-временной оценки ингаляционного риска здоровью детского населения позволяют констатировать следующее.

На протяжении 1990-х годов отмечалось значительное снижение объемов общих валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г.Ижевска (со 110 до 80 тыс. тонн в год). На этом фоне уровень заболеваемости детского населения вырос с 2500 ‰ до 3000 ‰. При этом теснота корреляционной связи между состоянием здоровья детей и загрязнением окружающей среды г.Ижевска существенно снизилась (с 0,65 до 0,32). Эта ситуация отражает более значимое влияние социально-экономических факторов на формирование общественного здоровья.

В начале 2000-х годов при дальнейшем спаде объемов выбросов от стационарных источников загрязнения, произошло достаточно резкое увеличение выбросов от автотранспорта (с 50 до 85 тыс.тонн в год) и их некоторая стабилизация на уровне 70 тыс.тонн. Несмотря на рост автопарка города (со 125 до 170 тыс. автомобилей), изменение структуры транспортных потоков привело к несущественному изменению комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА). Индекс общетоксического ингаляционного риска здоровью детского населения, рассчитанный на основании среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ за период 2001-03 гг., показал, что в пределах микрорайонов, примыкающих к центральной и северо-восточной промышленным зонам вероятность

проявления неблагоприятных последствий составляет 20-25 %. А время их проявления у детей, проживающих в центре города – менее 15 лет (по оксиду углерода), что соответствует высокому уровню риска.

Величина неканцерогенного риска с учетом концентраций основных газообразных веществ-загрязнителей атмосферного воздуха г. Ижевска за период 2008-2011 гг. говорит о некотором улучшении экологической ситуации по сравнению с началом 2000-х гг. За этот период наметилась тенденция к снижению либо стабилизации среднегодовых концентраций загрязняющих веществ. Большая часть г.Ижевска оказалась в зоне невысокого риска (менее 8 %). Напряженная ситуация сохранилась на территориях, непосредственно примыкающих к перекресткам крупных автодорог, в пределах которых ингаляционный риск по формальдегиду вырос в 1,5 раза.

Почти в 1,5 раза вырос и уровень заболеваемости органов дыхания детского населения за рассматриваемый 10-летний период. Сравнительный анализ показал, что в пределах педиатрических участков, непосредственно примыкающим к улицам с интенсивными автотранспортными потоками, уровень заболеваемости органов дыхания детей колеблется от 1900 до 2100 ‰. Тогда как на удаленных участках регистрируются значения в пределах 1000–1500 ‰. Теснота связи на уровне педиатрических участков в целом по городу снизилась (с 0,64 до 0,41), но по-прежнему существенны коэффициенты парной корреляции между заболеваемостью органов дыхания детей и уровнем риска по формальдегиду (0,52) и диоксиду серы (0,44), особенно в пределах микрорайона Metallurg (территория обслуживания ДПП № 9).

Прогнозы по вероятности проявления токсических эффектов, вызванных загрязнением воздушного бассейна г.Ижевска в начале 2000-х годов, частично оправдались. Высокие концентрации оксида углерода в этот период, с рассчитанным временным интервалом риска в 14-25 лет, во многом

стали причиной высокого уровня заболеваемости детей с наши дни (коэффициент парной корреляции 0,48).

С 2010г. вновь наметились две противоположные тенденции: рост уровня загрязнения атмосферного воздуха и снижение уровня заболеваемости детского населения (как отражение некоторой стабилизации экологической ситуации в предыдущие 10 лет). Среднегодовые концентрации отдельных загрязняющих веществ, замеренные в точках эпизодического мониторинга, проводимого кафедрой экологии и природопользования УдГУ, говорят о том, что 51 % комплексного индекса загрязнения атмосферы приходится на формальдегид. Это вещество 2-го класса опасности, поэтому риск для здоровья детей в центральной части города достигает опасного уровня при времени наступления потенциального токсического эффекта 5-7 лет. На диоксид азота приходится 34 % индекса загрязнения атмосферы. Наибольшему риску (ИНР более 3) подвергается детское население, проживающее в микрорайоне Metallург и в центре города. Потенциальное время проявления токсического эффекта при таких величинах риска составляет 8-10 лет, что также соответствует опасному уровню. Можно предположить, что в пределах педиатрических участков, обслуживающих эти территории (ДГКП № 2, ДГП № 1 и № 9), в ближайшие 5-10 лет произойдет существенное ухудшение медико-экологической ситуации.

Наибольшие объемы выбросов загрязняющих веществ в Ижевске приходится на автотранспорт. Поэтому более высокий риск и более высокий уровень заболеваемости детского населения фиксируется в пределах педиатрических участков, непосредственно примыкающих к крупным перекресткам автодорог. При выраженном росте автопарка в городе ситуация в ближайшие годы может существенно ухудшиться. Дальнейшая уплотнительная застройка центральной части г. Ижевска может привести как к увеличению объемов выбросов от автотранспорта, так и к снижению

продуваемости территории, что еще в большей степени увеличит вероятность общетоксического риска для здоровья населения.

Таким образом, методика оценки риска позволяет не только выявить неблагоприятные в эколого-гигиеническом отношении территории, но и спрогнозировать негативные последствия для здоровья населения, что необходимо для принятия превентивных мер. Медико-экологический анализ, проводимый на разных территориально иерархических уровнях, позволяет проанализировать тенденции риска и оценить саму методологию оценки риска, исходя из степени подтверждения ее прогнозов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

Литературные источники:

1. Авалиани С.Л. Теоретические и методические основы гигиенической оценки реальной нагрузки воздействия химических факторов окружающей среды на организм: Автореф. дисс....д.м.н. – М., 1995. 35 с.
2. Авалиани С.Л., Андрианова М.М., Печенникова Е.В., Пономарева О.В. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт). Москва. 1996. 158 с.
3. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития : монография / под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь : Изд-во Перм. нац.исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
4. Антипанова Н.А. Заболеваемость детей как последствие аэротехногенного влияния на популяцию (на модели г.Магнитогорска): Автореф. дисс. ...канд.мед. наук. – Оренбург, 2000. – 23 с.
5. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. - СПб.: Астерион, 2008.- 254с.
6. Бобкова Т.Е. Концепция зонирования территории населенных мест на основе анализа риска здоровью населения: дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2011. – 469 с.
7. Большаков А. М., Крутько В. Н., Пуцилло Е. В. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. М., Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.
8. Бражкин А.В. Гигиеническая оценка состояния здоровья детей в районах размещения нефтеперерабатывающих предприятий и обоснование региональной допустимой нагрузки химических факторов среды // Автореф. дисс. ... к.м.н. – Л., 1990. – 27 с.
9. Буклешева М.С. Гигиеническая оценка комбинированного действия атмосферных загрязнений на состояние здоровья детского населения, проживающего в районе крупного промышленного комплекса: Автореф. дисс. ...канд. мед. наук. – М. 1989. – 32 с.
- 10.Быстрых В.В. Комплексная гигиеническая оценка факторов риска отдаленных последствий антропогенного воздействия: Дис... д-ра мед. наук. – Оренбург, 2000. – 329 с.
- 11.Ватлина Т.В., Евдокимов С.П., Малхазова С.М. Системное медико-географическое картографирование Смоленской области//ИнтерКарто/ИнтерГИС. Белокуриха, Денпасар. — 2011. — С.368–371.
- 12.Винокур И.Л., Гильденскиольд Р.С., Ершова Т.Н. и др. Методические подходы к изучению комплекса факторов окружающей среды на здоровье человека // Гигиена и санитария – 1996, № 5. – С. 4–7.
- 13.Винокуров Ю.И., Ротанова И.Н., Хлебович И.А., Шибких А.А. Информационное обеспечение регионального медико-экологического

- картографирования. Материалы Международной конференции «Интеркарто – 6». Апатиты. 2000. С. 113-119.
14. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты. В 2 т. / Под ред. Л.К. Исаева Том. 1. – М.: ПАИМС, 1997. – 512 с; Том. 2. – М.: ПАИМС, 1997. – 496 с.
 15. Габдуллина Л.А. Научно-методические аспекты разработки и использования геоэкологической оценки территории: на примере Ижевска. Дисс... канд. геогр.наук. Ижевск. 2007. 166 с.
 16. Глотов А.А. Медицинская геоинформатика: как оценить здоровье региона. Электронный ресурс. www.cnews.ru/articles/. Дата обращения 3.06.2016г.
 17. Головкова Т.И., Малькова И.Л. Территориально-временной анализ ингаляционного общетоксического риска здоровью детского населения г.Ижевска. Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о земле. - 2015. – Вып.4. С. 142-150.
 18. Государственный доклад о состоянии здоровья населения Удмуртской Республики в 2014 году / Под ред. А.Д. Чуршина, Н.С. Стрелкова. Ижевск. Издательство БУЗ УР "РМИАЦ МЗ УР". -2015. -299 с.
 19. Дубовой И.И., Лобанов Г.В., Зройчикова О.А., Корниенко Г.Н. Применение ГИС-технологий для медико-экологического зонирования территории крупного города // Геоинформационные системы для бизнеса и общества. № 1 (60). 2012. С. 17-23.
 20. Дударев А.Я., Воронин В.А., Кравченко Г.Ф. и др. Влияние химических факторов атмосферы населенных мест на заболеваемость детей как составная часть экологической проблемы // Реализация и пути повышения эффективности медико-географических исследований. – Л., 1991. С. 78 – 91.
 21. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью населения на современном этапе // Здравоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 2. – С. 20–24.
 22. Здоровье населения и окружающая среда: Методическое пособие / Под общей редакцией д. м. н. Е.Н.Беляева: Вып. 3. - Т.1 - Ч. 2: Общие методические подходы к оценке состояния здоровья населения в связи с воздействием факторов окружающей среды. - М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 544 с.
 23. Исхакова М.К., Данилова К.А., Попов А.В., Малькова И.Л. Анализ связи загрязнения атмосферного воздуха и здоровья детского населения в системе социально-гигиенического мониторинга. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т.16. № 5-2. С. 874-877.
 24. Касьяненко А.А., Журавлёва Е.А., Платонов А.Г., Петин В.Г. Системный подход к анализу синергизма при действии вредных факторов окружающей среды как база для оценки риска для здоровья населения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – М.: РУДН. 2001. № 5. – С. 94 – 101.
 25. Киселев А. В., Куценко Г. И., Щербо А. П. Научное обоснование системы оценки риска здоровью в гигиеническом мониторинге промышленного города. М.: Хризостом, 2001.- 208 с.

26. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. – СПб.: Межд. институт оценки риска здоровью, 1997. – 103 с.
27. Киселев А.В. Оценка риска здоровью в системе гигиенического мониторинга. – СПб.: Медицинская академия последипломного образования, 2001. – 36 с.
28. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. Подходы к использованию в медико-экологических исследованиях и практике управления качеством окружающей среды. – СПб.: «Дейта», 1997. – 100 с.
29. Ковальчук А.Г., Ермакова Т.Н., Рябов Д.С., Семакова Л.А., Шельпякова Ю.В. Доклад об экологической обстановке в г.Ижевске в 2016г. Ижевск: 2017. 80 с.
30. Кокорина И.П. К вопросу о применении ГИС-технологий в медико-географическом картографировании // Медицина и здравоохранение. № 2, Т. 1. 2006. С. 21-24.
31. Крамаренко В. Ф. Токсикологическая химия. — К.: Выща шк., 1989. — 447 с.
32. Куролап С.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В. Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды. – Воронеж: Воронежский. гос. ун-т, 2006. – 220 с.
33. Лагунова С.В., Малькова И.Л. Территориальные аспекты социально-гигиенического мониторинга (на примере города Ижевска) / С.В. Лагунова, И.Л. Малькова // Вестник Удмуртского университета, Серия Наука о Земле – 2004. - №8. – С. 37 – 44.
34. Лобанов Г.В., Москаленко О.П., Новикова М.А., Портная Д.Н. Геоинформационные технологии в управлении качеством среды обитания // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований. 2010. № 1. С. 43–51.
35. Май И.В., Зайцева Н.В., Балашов С.Ю. Геоинформационные системы как инструмент анализа и прогноза санитарно-гигиенической ситуации // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения в промышленно развитых регионах: матер. конф. с междун. участием / под общей редакцией Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат, 2010. С. 570.
36. Малхазова С.М. Медико-географическое картографирование: современное состояние и перспективы развития // Вопросы географии. Сб. 134: Актуальная биогеография. – М.: Издательский дом «Кодекс», – 2012. – С. 110-132.
37. Малхазова С.М., Котова Т.В., Тикунов В.С. Картографирование динамики заболеваемости населения: подходы и новые решения // Геодезия и картография. – 2015. – № 10. – С. 25-33.
38. Малькова И.Л. Исследование информативности медико-статистических показателей для оценки экологического состояния территории (на примере Удмуртской Республики): автореф. дисс.... канд. геогр. наук. - Казань, 1999. - 25 с.
39. Малькова И.Л., Головкова Т.И. Загрязнение атмосферного воздуха г.Ижевска как фактор неканцерогенного риска для здоровья детского населения / И.Л. Малькова, Т.И. Головкова // Наука Удмуртии. IV всероссийский съезд по охране окружающей среды 2013 – 2014. - № 2 (68), - С. 180 – 192.

40. Малькова И.Л., Стурман В.И., Посадов А.Л., Габдуллина Л.А. Количественные показатели экологической обстановки на разных пространственных уровнях // Известия РАН. Серия географическая, 2006, № 3. С. 84-93.
41. Малькова И.Л., Стурман В.И., Посадов А.Л., Сидоров В.П., Гагарина О.В., Габдуллина Л.А. Динамика экологической обстановки в г.Ижевске и ее влияние на здоровье детского населения // Ж. "Вестник Удмуртского университета" серия "Науки о Земле", 2003 г. С. 21-28.
42. Марченко Б. И. Здоровье на популяционном уровне: статистические методы исследования. – Таганрог: Изд-во «Сфинкс», 1997. – 432 с.
43. Медико-демографический атлас Удмуртской Республики / Под ред. И.Л.Мальковой. Информационно-справочное издание. Удмуртский государственный университет. 2016. 100с.
44. 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, Д.А. Кирьянов, С.Ю. Балашов // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2010. – № 2. – С. 42–49.
45. Михайлова А.Я., Николаев Д.И., Тараканова В.Н. Некоторые результаты социально-гигиенического мониторинга в Туле // Проблемы профилактической медицины. -2000. –Вып. 3. – С. 65-76.
46. О состоянии и об охране окружающей среды в Удмуртской Республике в 2014 г.: Государственный доклад. – Ижевск: Изд-во , 2014. – 261с.
47. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Удмуртской Республике в 2013 году: Государственный доклад. – Ижевск: Управление Роспотребнадзора по Удмуртской Республике, 2014. – 275с.
48. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
49. Основные показатели состояния здоровья населения Удмуртской Республики за 2013 год. Часть 2. Ижевск: Издательство БУЗ УР "РМИАЦ МЗ УР" 2014. - 254с.
50. Оценка влияния факторов среды обитания на состояние здоровья населения Удмуртской Республики в 2014 году: Информационно-аналитический бюллетень. - Ижевск: ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Удмуртской Республике», 2015. 81 с.
51. Пинигин М.А. Состояние и перспективы количественной оценки влияния химического загрязнения атмосферы на здоровье населения // Гигиена и санитария. -2001. -№ 5. –С. 53-58.
52. Привалова Л.И., Канцельсон Б.А., Никонов Б.И и др. Некоторые итоги использования методологии оценки риска в условиях Свердловской области // Медицина труда и промышленная экология. -2000. -№ 3. – С. 27-30.

53. Социально-гигиенический мониторинг - практика применения и научное обеспечение. Под общ. ред. А. И. Потапова. - М. : М-во здравоохранения Рос. Федерация, 2000. 480 с.
54. Социально-гигиенический мониторинг: организация и ведение мониторинга в Алтайском крае: (обзор за 1999-2008 гг.) . Г-Алтайск. Концепт, 2009. 95 с.
55. Сухарев А.Г., Михайлова С.А. Состояние здоровья детского населения в напряженных экологических и социальных условиях // Гигиена и санитария. 2004.-N 1.-С.47-51.
56. Трифонова Т.А., Ширкин Л.А. Оценка и сравнительный анализ рисков для здоровья населения (на примере г.Владимир). – Владимир: ВООО ВОИ ПУ «Рост», 2010. – 80 с.
57. Федотов В.И., Куролап С.А. Региональная оценка эколого-гигиенической комфортности территории в системе социально-гигиенического мониторинга // Социально-гигиенический мониторинг в Воронежской области: информ.-аналит. аспекты. Воронеж, 1997. С.314-345.
58. Чебытарькова С.А. Использование методики оценки риска для гигиенической диагностики экологически обусловленных заболеваний в Нижнем Тагиле // Здоровье населения и среда обитания. Информационный бюллетень – 2005. - №149. - С.24-28.
59. Чубирко М.И. Оценка риска для здоровья населения, связанного с состоянием окружающей среды: учебно-методическое пособие / М.И. Чубирко, Н.П. Мамчик, С.А. Куролап, О.В. Клепиков. – Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2002. – 43с.
60. Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды: Сборник научных статей / Под общей редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2014. – 167 с.
61. Эпидемиологическая диагностика / Л.П. Зуева и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2009. – 312 с.
62. Burmaster D.E., Anderson P.D. Principles of Good Practice for the Use of Monte Carlo Techniques in Human Health and Ecological Risk Assessments // Risk Analysis. – 1994. – Vol. 14. – P. 477–481.
63. L.W. Stanek, J.S. Brown, J. Stanek, J. Gift, D.L. Costa. Air Pollution Toxicology—A Brief Review of the Role of the Science in Shaping the Current Understanding of Air Pollution Health Risks // Oxford Journals. Toxicological Sciences. 2010. Volume 120, Issue suppl 1. Pp. S8-S27.
64. Malkhazova S.M., Mironova V.M., Kotova T.V., Shartova N.V., Orlov D.S. Natural-focal diseases: mapping experience in Russia // Int. J. Health Geogr.. 2014. DOI: 10. 1186/1476–072X–13-21.
65. Who human health risk assessment toolkit: chemical hazards. IPCS harmonization project document; no.8. World Health Organization. 2010. Volume 105.

Нормативные и методические материалы:

66. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих

веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

- 67.ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. –М., 1986.
- 68.Информационное письмо № 11/109-111 от 07.08.1997 г. Департамента госсанэпиднадзора «О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде и их влиянии на здоровье населения» .
69. Информационное письмо № 1100/121-98-01 от 22.01.1998 г. «Краткий обзор эпидемиологических исследований по изучению влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения, выполненных в России в 1985-1995 гг.»
70. Информационное письмо № 1100/1684-0-111 от 16.06.2000 г. Департамента госсанэпиднадзора «О совершенствовании сбора и обработки информации для целей оценки влияния факторов окружающей среды на здоровье населения».
71. Информационное письмо № 1100/1858-0-111 от 03.07.2000 г. Департамента госсанэпиднадзора «Об использовании необходимого набора данных о состоянии окружающей среды и здоровья населения для подготовки предложений в процессе принятия решений по улучшению состояния окружающей среды».
72. Информационное письмо № 1100/3244-1-111 от 12.11.2001 г. Департамента госсанэпиднадзора «О результатах специальных исследований по количественному определению воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения».
73. Информационное письмо № 1100/3505-2-111 от 22.11.2002 г. Департамента госсанэпиднадзора «О внедрении методологии оценки риска здоровью в России».
74. Информационное письмо № 1100/43-97-01 от 03.12.1997 г. Департамента госсанэпиднадзора «Об основных положениях методологии оценки риска».
75. Информационное письмо № 1100/48-97-118 от 11.12.1998 г. «Международный опыт по оценке риска от воздействия вредных факторов внешней среды на здоровье человека».
76. Информационное письмо № 1100/731-01-111 от 26.03.2001 г. Департамента госсанэпиднадзора «Оценка риска многосредового воздействия химических веществ (расчет дозовой нагрузки, критерии оценки риска канцерогенных и неканцерогенных эффектов)».
77. Информационное письмо № 23ФЦ/2611 от 23.07.1998 г. «О возможности использования методологии оценки риска здоровью в деятельности Госсанэпидслужбы РФ».
- 78.Методические материалы по оценке риска, социально-экономического ущерба от воздействия вредных факторов окружающей среды на здоровье населения и управлению рисками. – М.: Центр подготовки и реализации международных проектов технического содействия, 1999. – 32 с.
- 79.Методические рекомендации Минздрава Российской Федерации «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной

загрязнением токсикантами среды обитания населения» № 2510/3416-97-32 от 30.07.97 г.

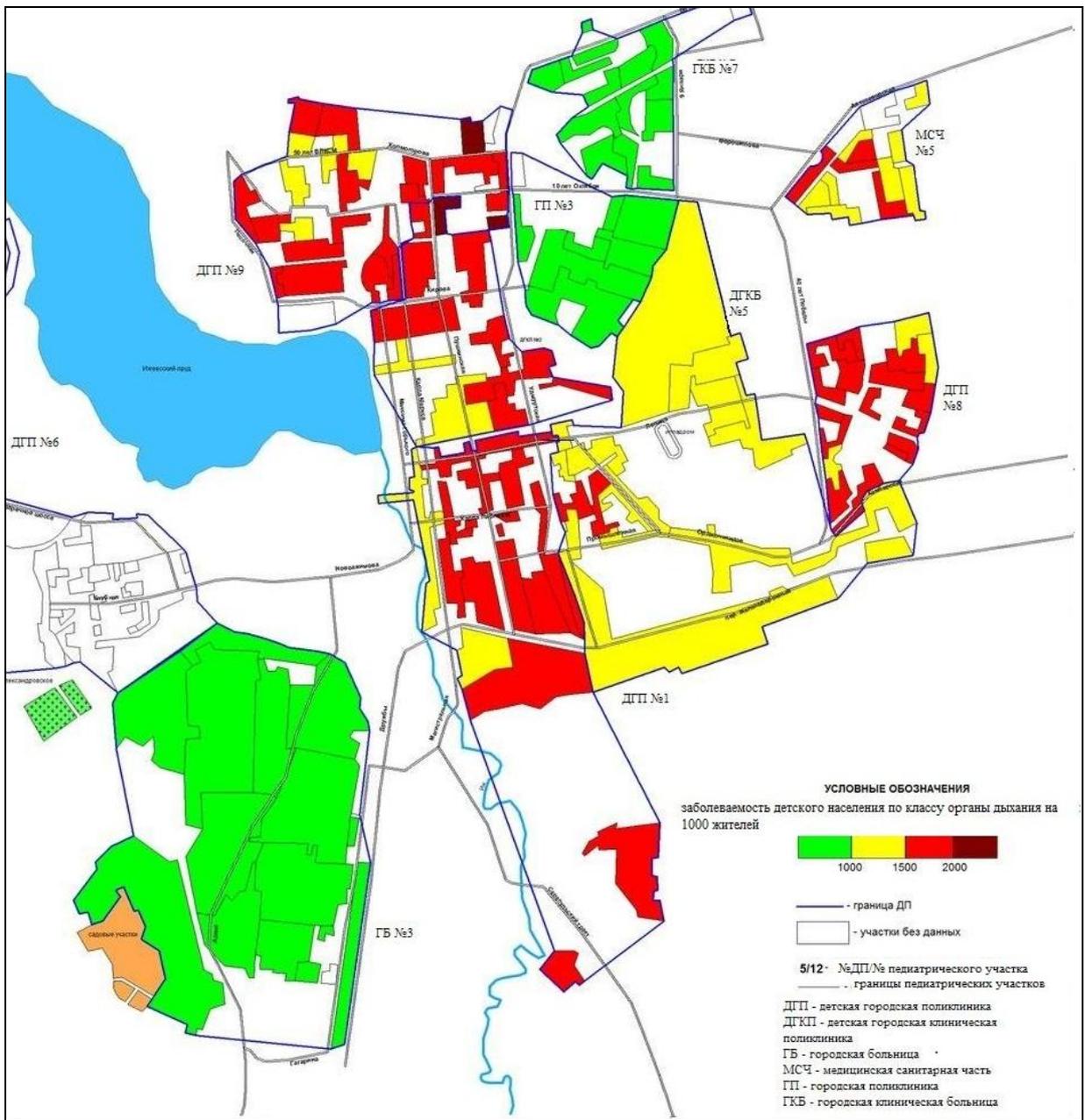
80. Методические рекомендации МосМР 2.1.9.001-03 «Критерии установления уровней минимального риска здоровью населения от загрязнения окружающей среды».
81. Методические рекомендации МосМР 2.1.9.005-03 «Применение факторов канцерогенного потенциала при оценке риска воздействия химических веществ».
82. Методические рекомендации МР № ФЦ/3415 от 19.11.1999 г. «Перечень приоритетных показателей для выявления изменений состояния здоровья детского населения при вредном воздействии ряда химических факторов среды обитания».
83. Методические рекомендации по использованию сравнительного анализа рисков и расстановки приоритетов в области охраны окружающей среды. – М.: Центр подготовки и реализации международных проектов технического содействия, 1998. – 50 с.
84. Методические рекомендации по обработке и анализу данных, необходимых для принятия решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения. Утверждены руководителем Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России от 27 февраля 2001 года № 11-3/61-09. – М.: Министерство здравоохранения РФ, 2001.
85. Методические указания Минздрава России «Выбор базовых показателей для социально-гигиенического мониторинга (атмосферный воздух населенных мест)» МУ 2.1.6.792-99 г.
86. МР «Методические рекомендации по программно-аппаратному обеспечению ведения социально-гигиенического мониторинга» от 17.11.2006 г.
87. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. Приложение 2 к ГН 1.1.725-98 от 23 декабря 1998г. № 32.
88. Постановление Главного Государственного санитарного врача Российской Федерации и Главного Государственного инспектора Российской Федерации по охране природы № 25 от 10.11.1997 г. и № 03-19/24-3483 от 10.11.1997 г. «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации»
89. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2006 г. N 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга».
90. Постановление от 17 июня 2014 года N 37 «О внесении изменения N 11 в ГН 2.1.6.1338-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест"».
91. Постановление Совета Министров Удмуртской Республики от 03.04.1995 N 152 "Об организации социально-гигиенического мониторинга в Удмуртской Республике".

92. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 26.04.2005 г. №385 «Об организации работы по социально-гигиеническому мониторингу».
93. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
94. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». М, 1991.
95. Унифицированные методы сбора данных, анализа и оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды. Методические рекомендации 01-19/12-17 от 26.02.1996г. 28с.

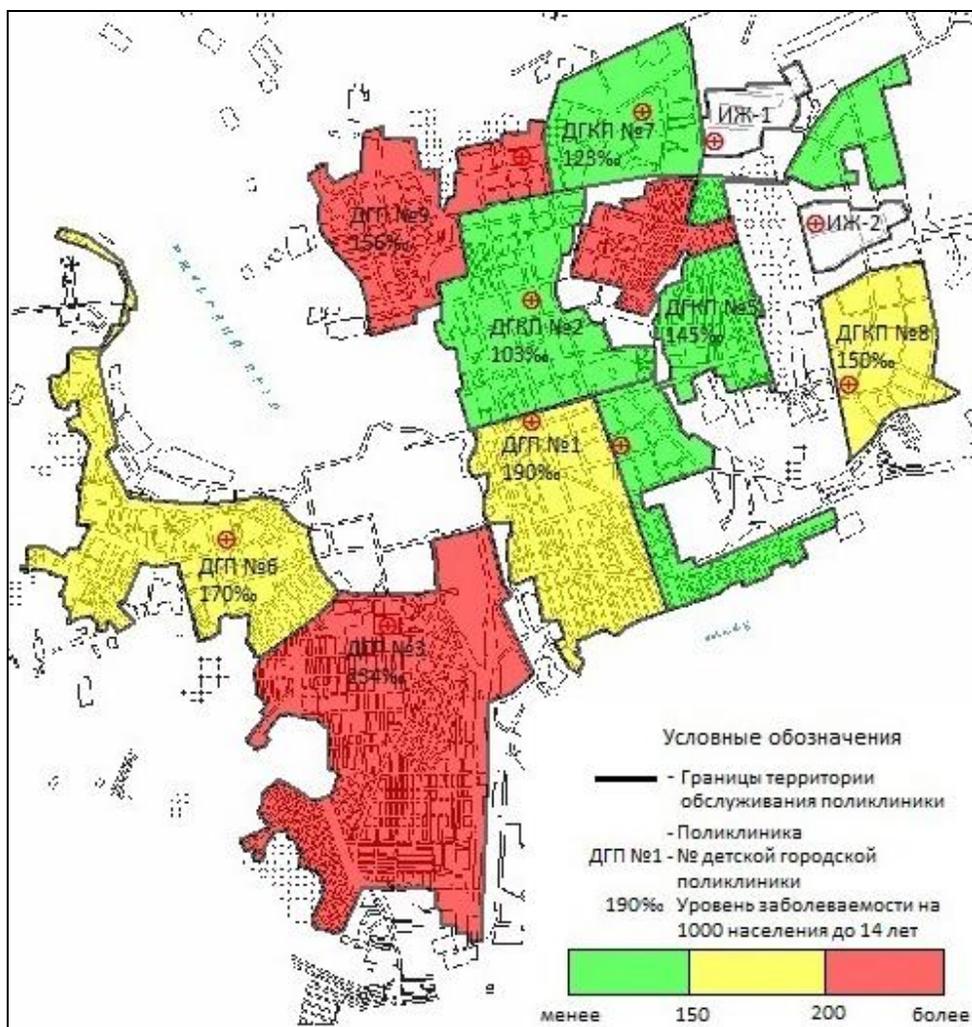
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Карто-схемы уровня заболеваемости детского населения
г.Ижевска**

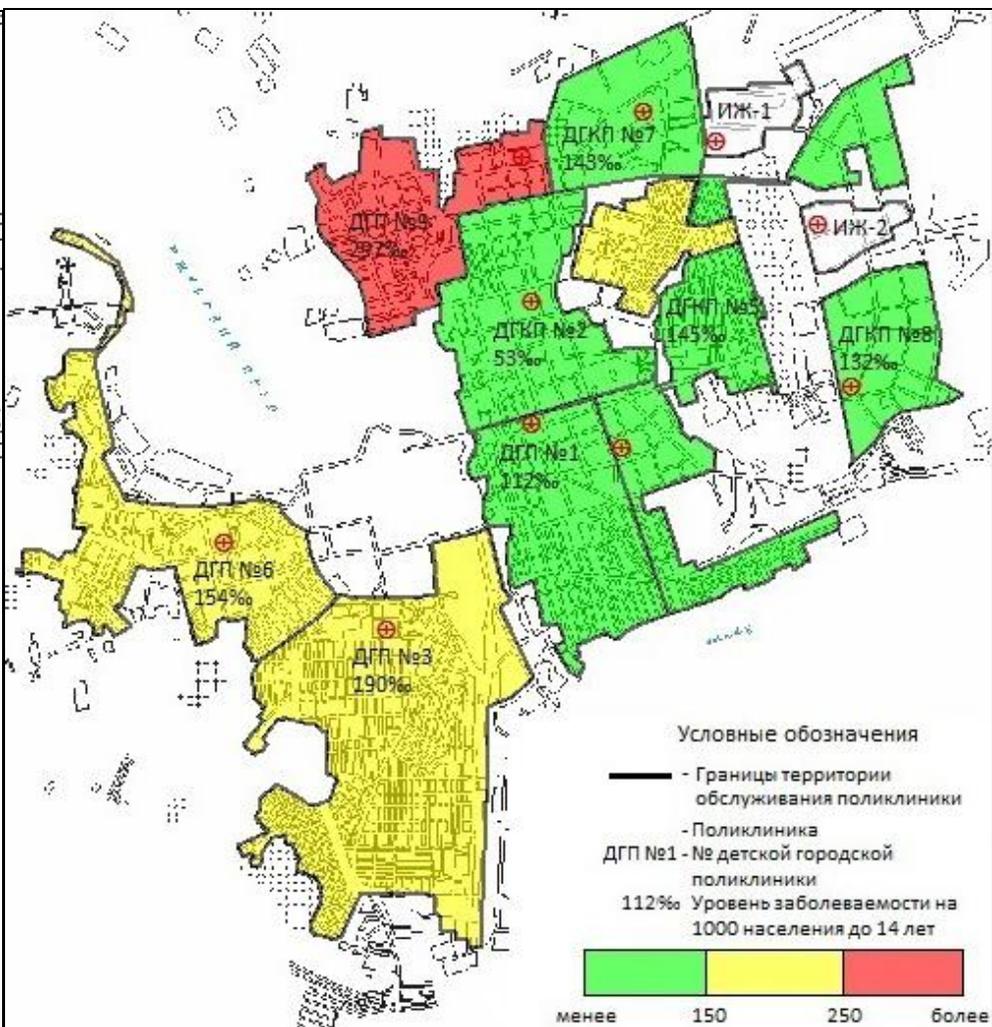
(по данным отчетной формы № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения», 2015 г.)



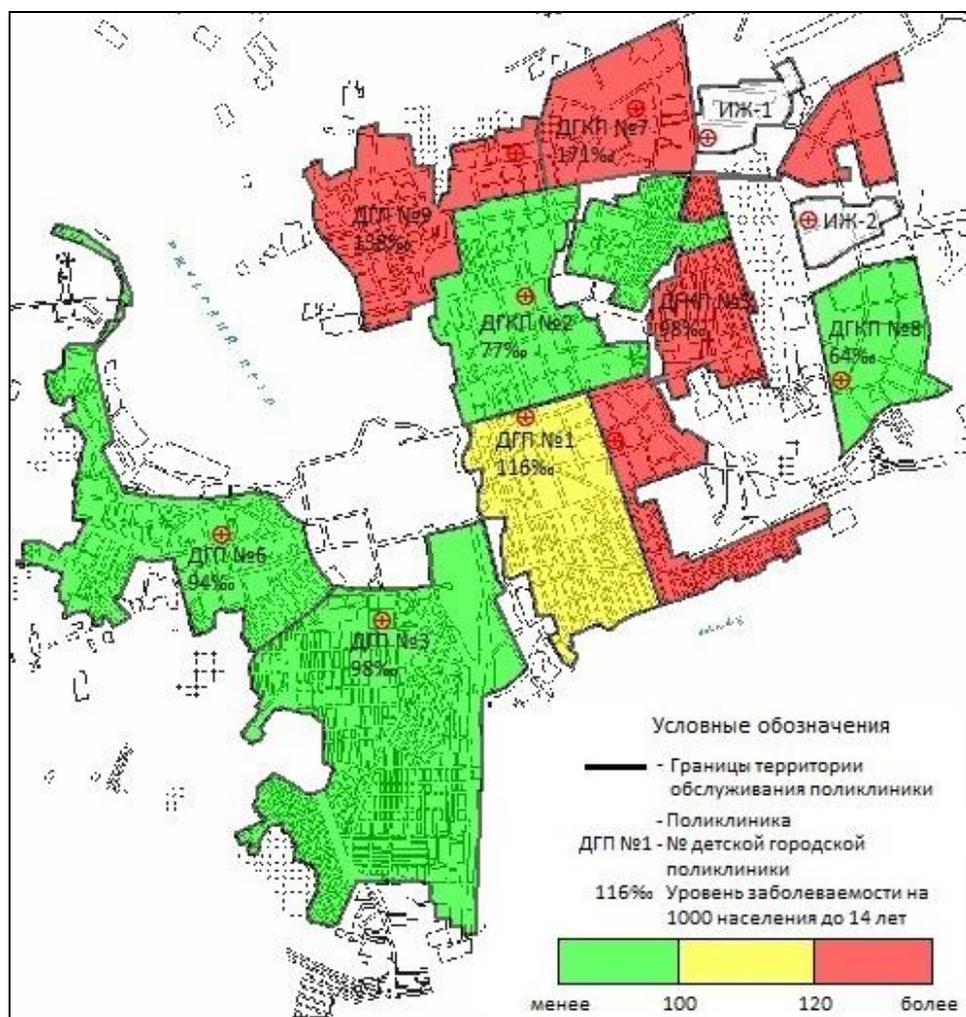
Уровень заболеваемости органов дыхания детского населения г.Ижевска, 2010-12гг.



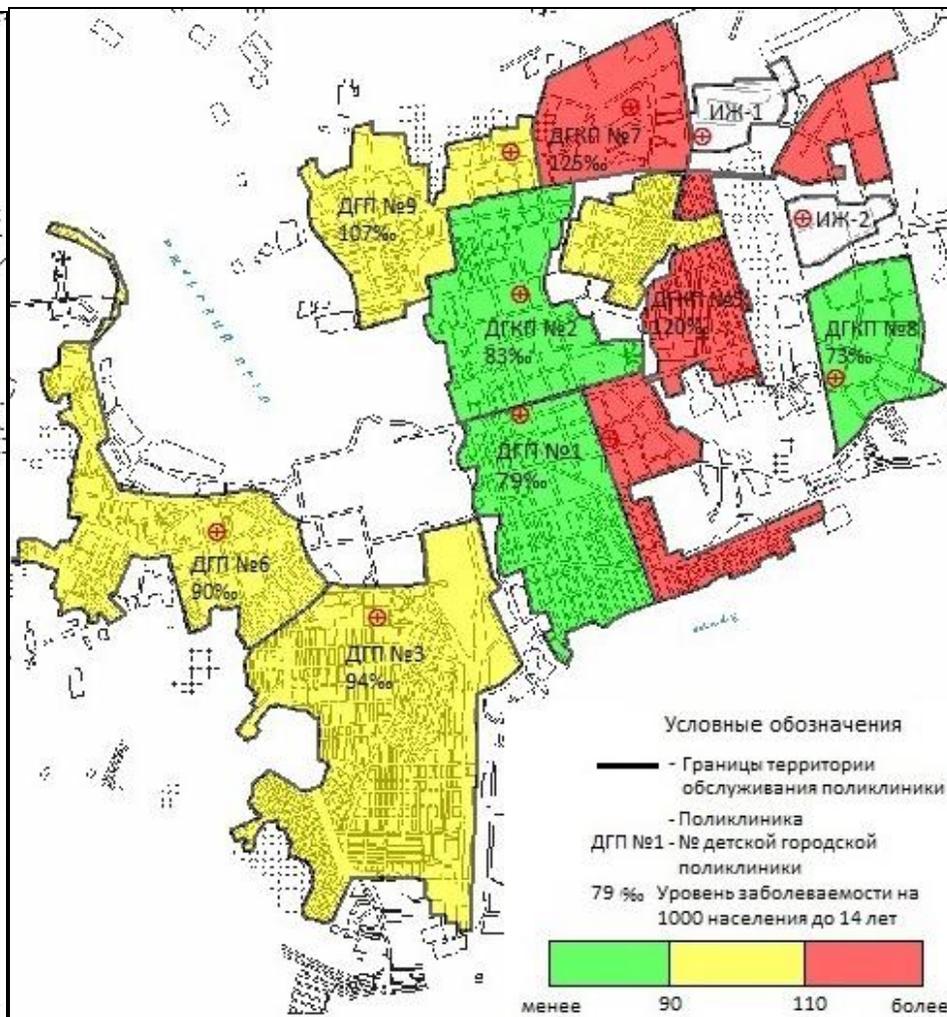
Болезни глаза и его придаточного аппарата



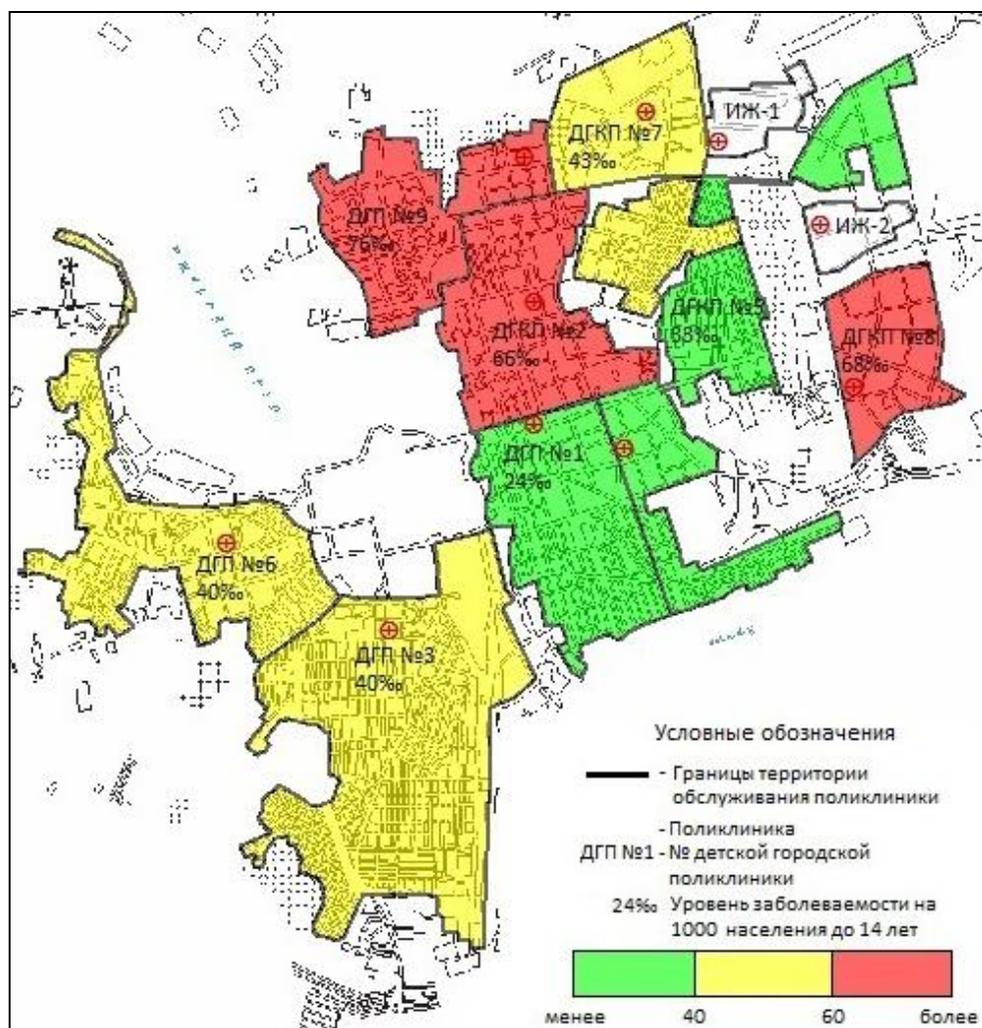
Болезни нервной системы



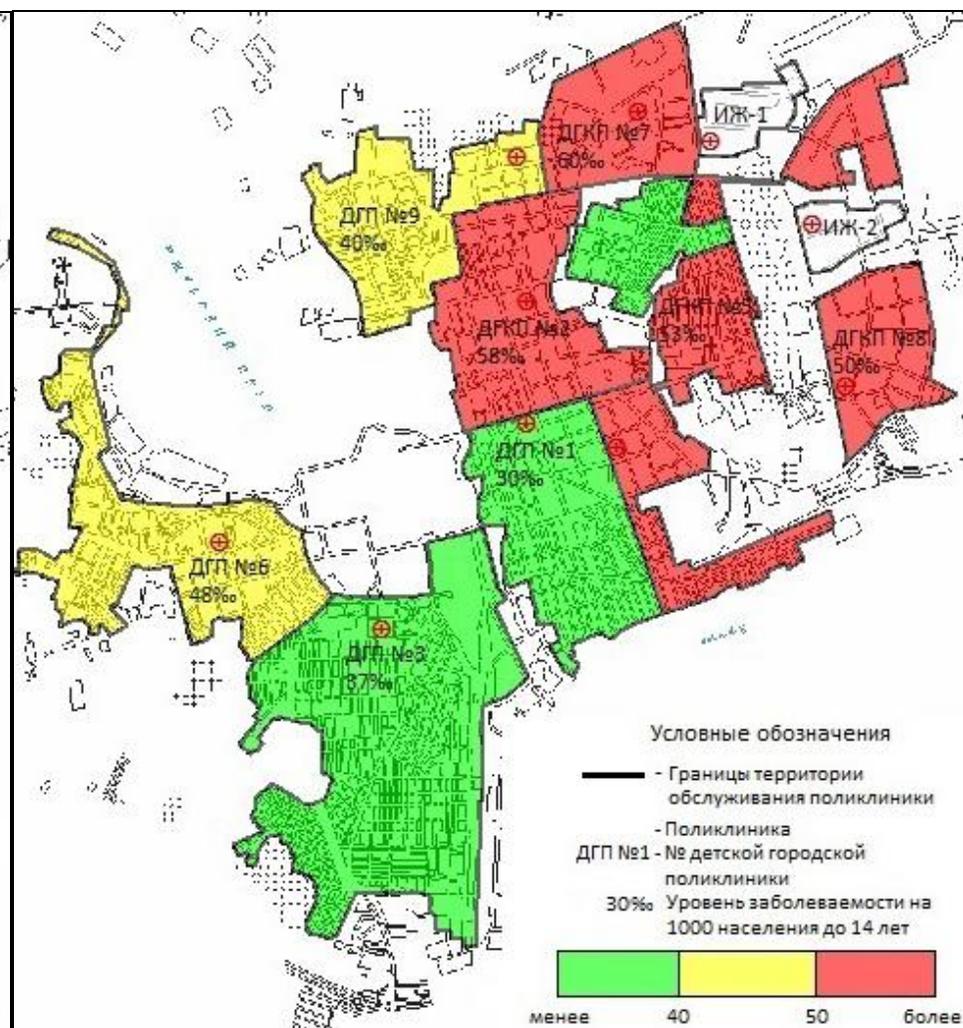
Болезни кожи и подкожной клетчатки



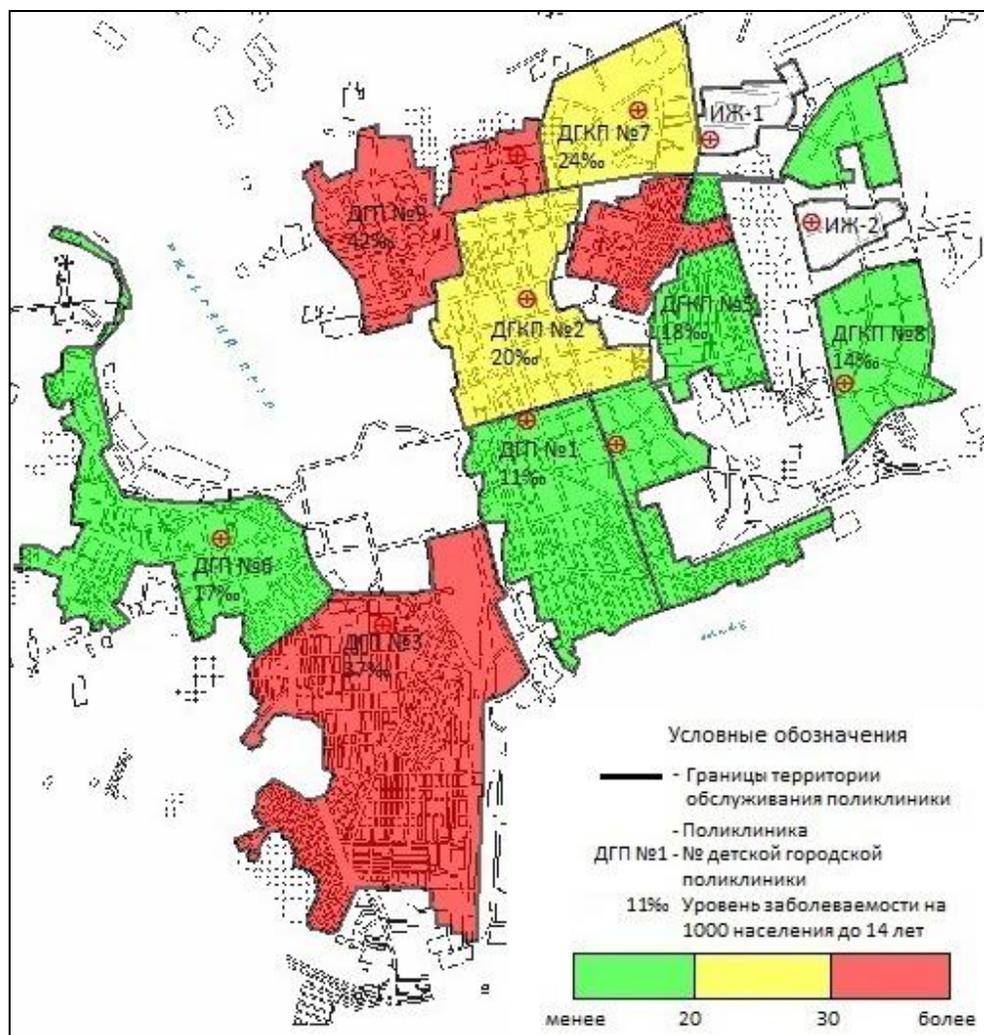
Инфекционные и паразитарные болезни



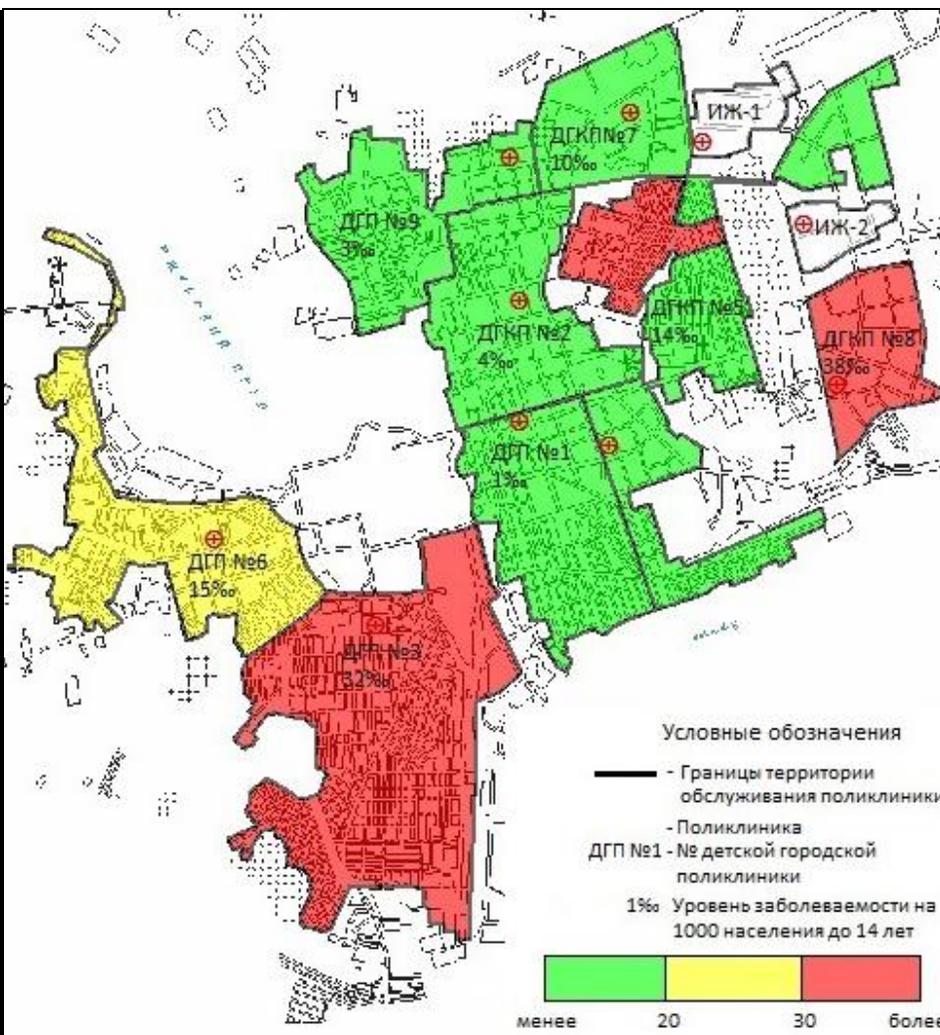
Болезни костно-мышечной системы



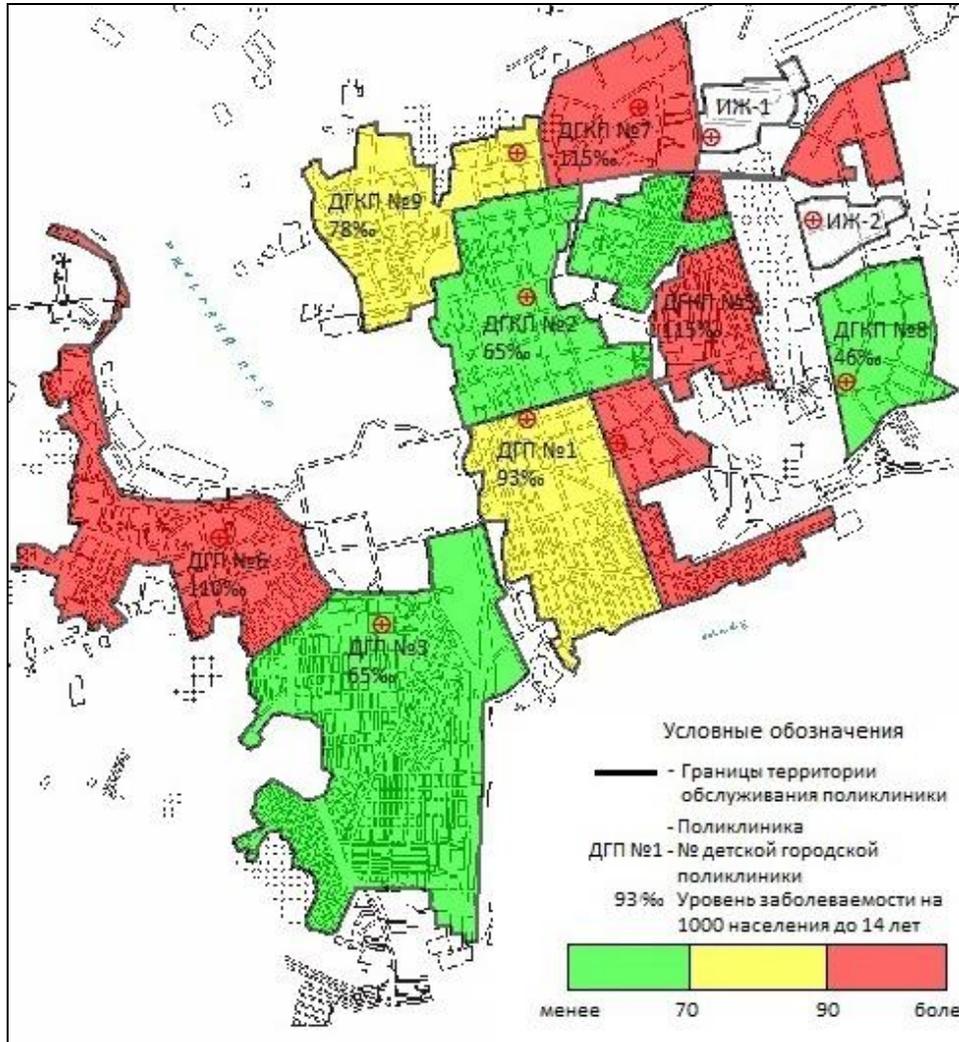
Болезни мочеполовой системы



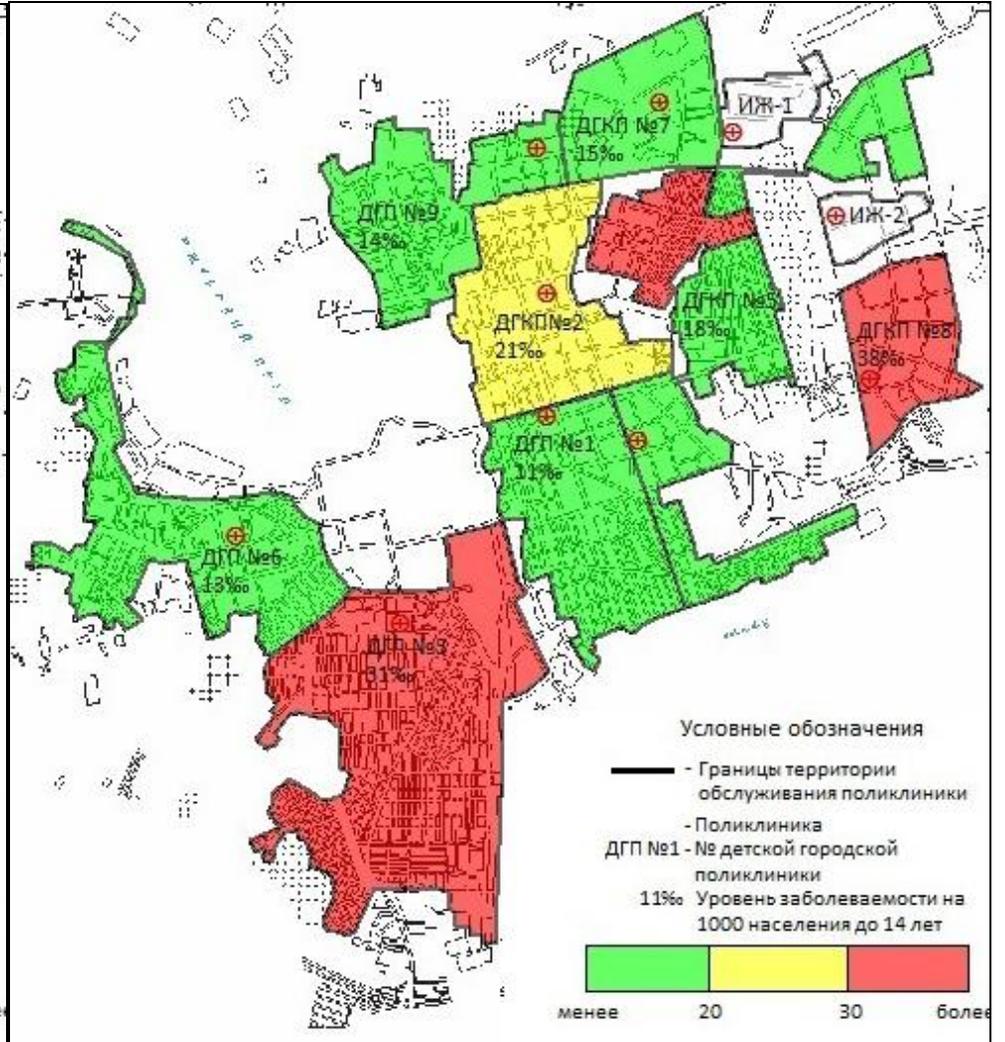
Болезни эндокринной системы



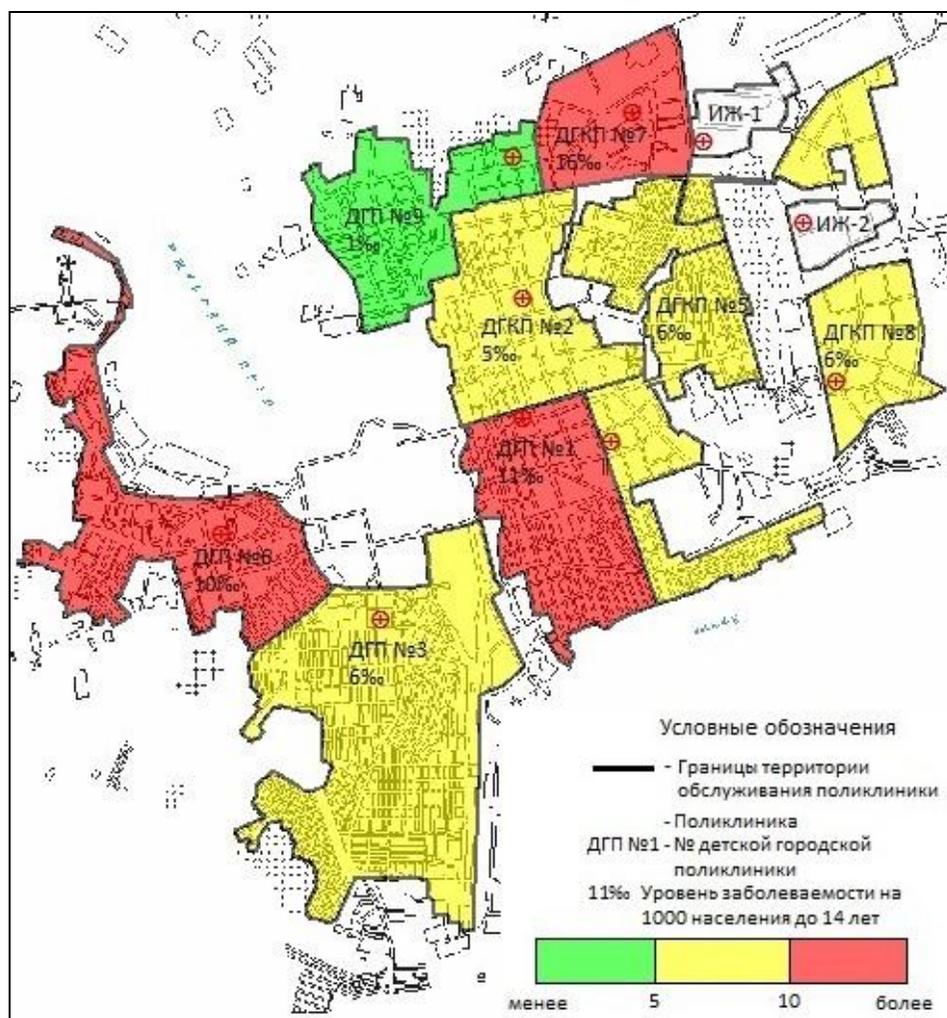
Болезни крови и кроветворных органов



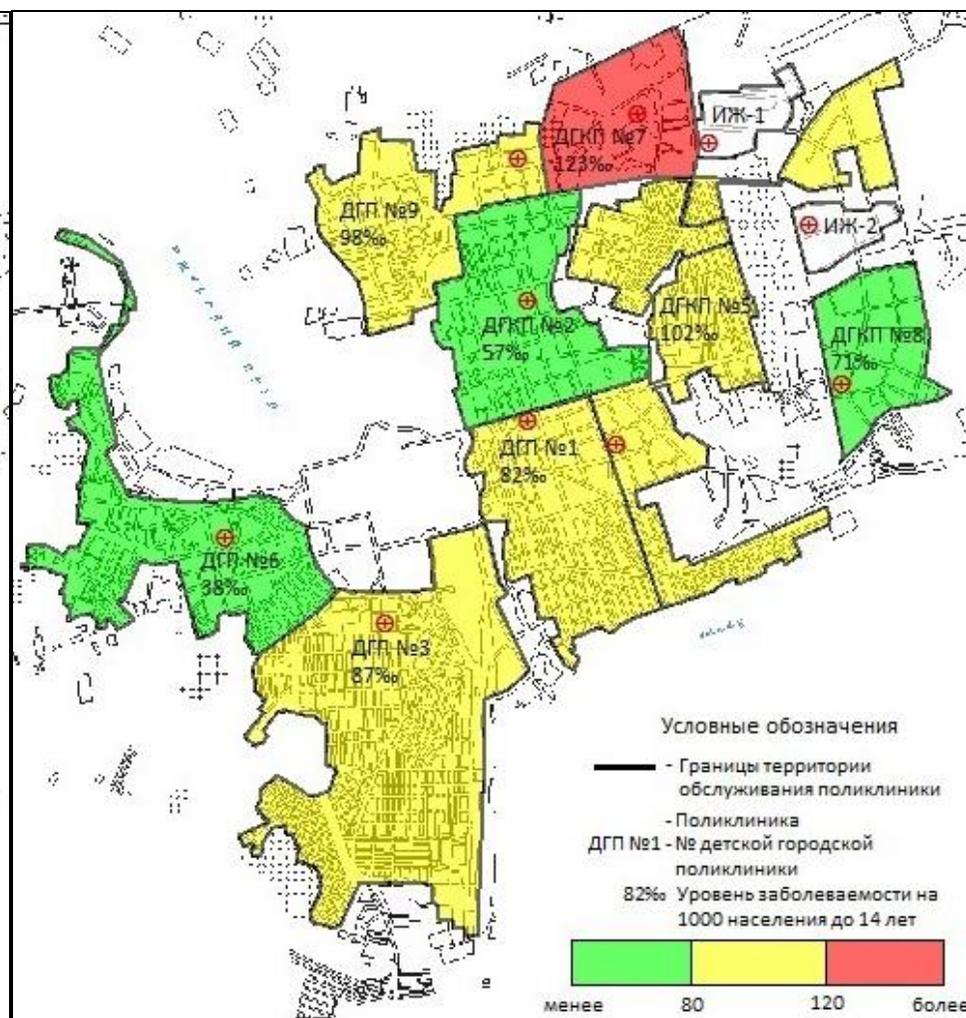
Болезни органов пищеварения



Болезни системы кровообращения



Новообразования

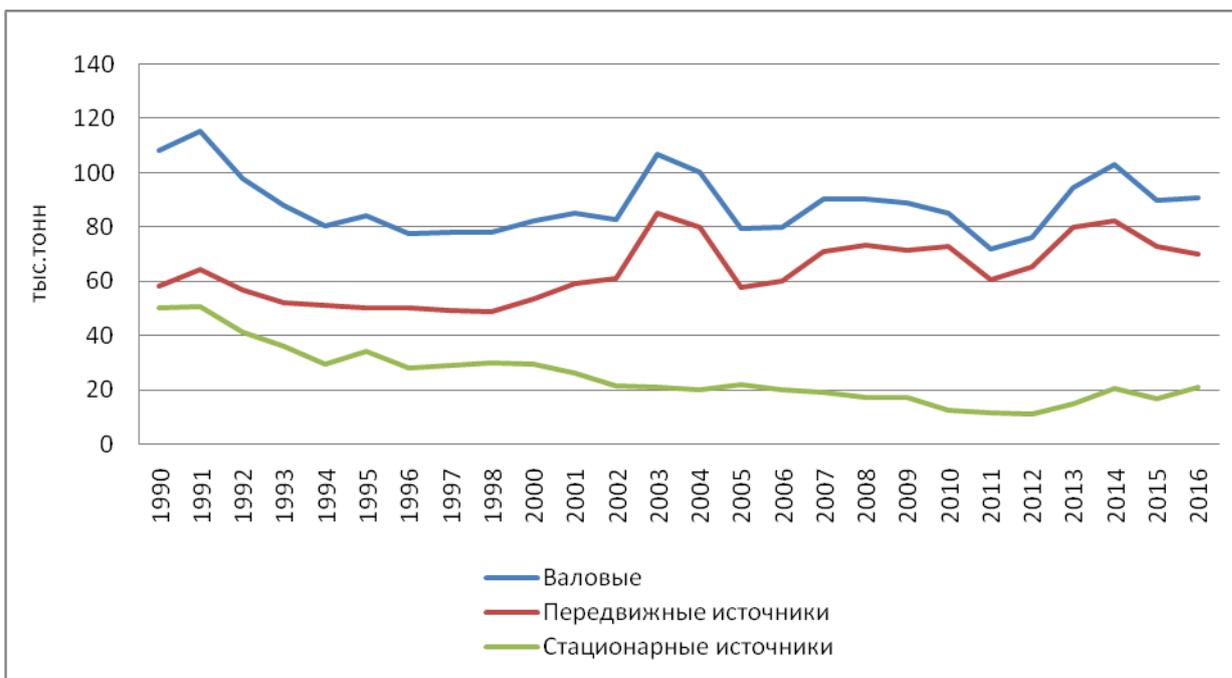


Болезни уха и сосцевидного отростка

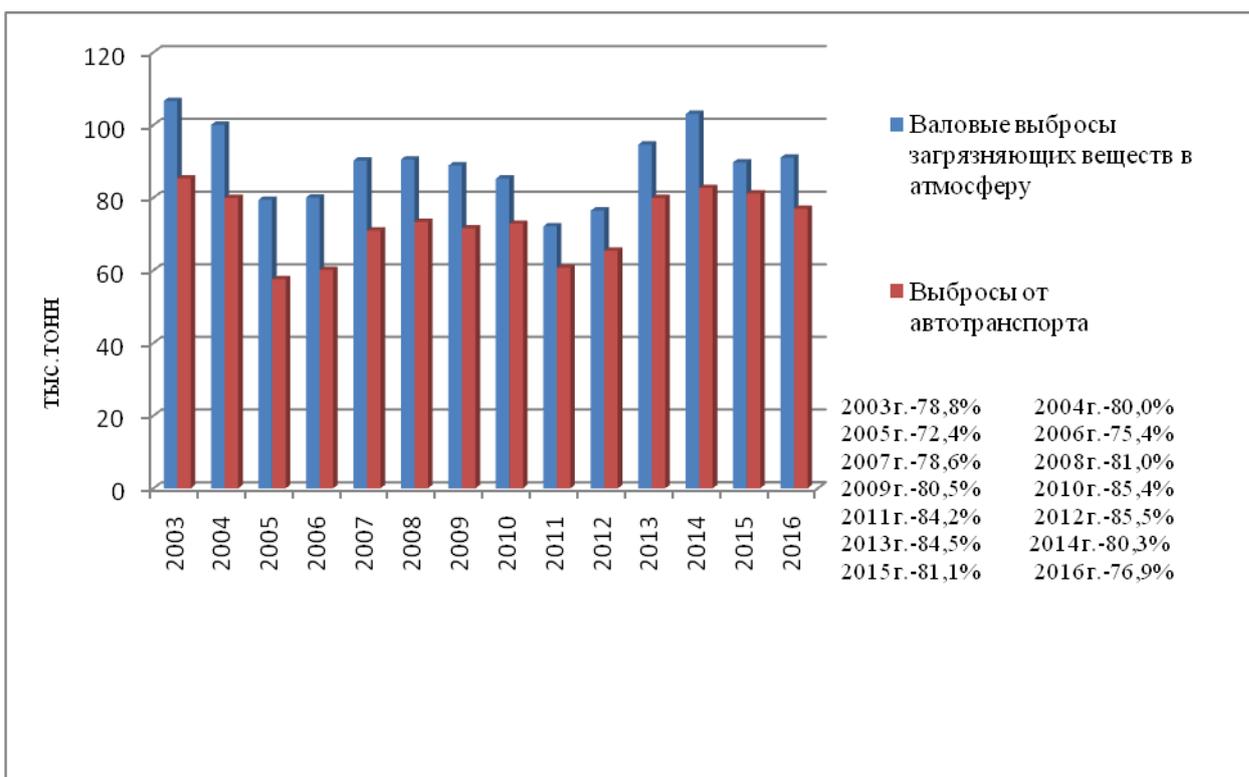
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный
воздух г.Ижевска**

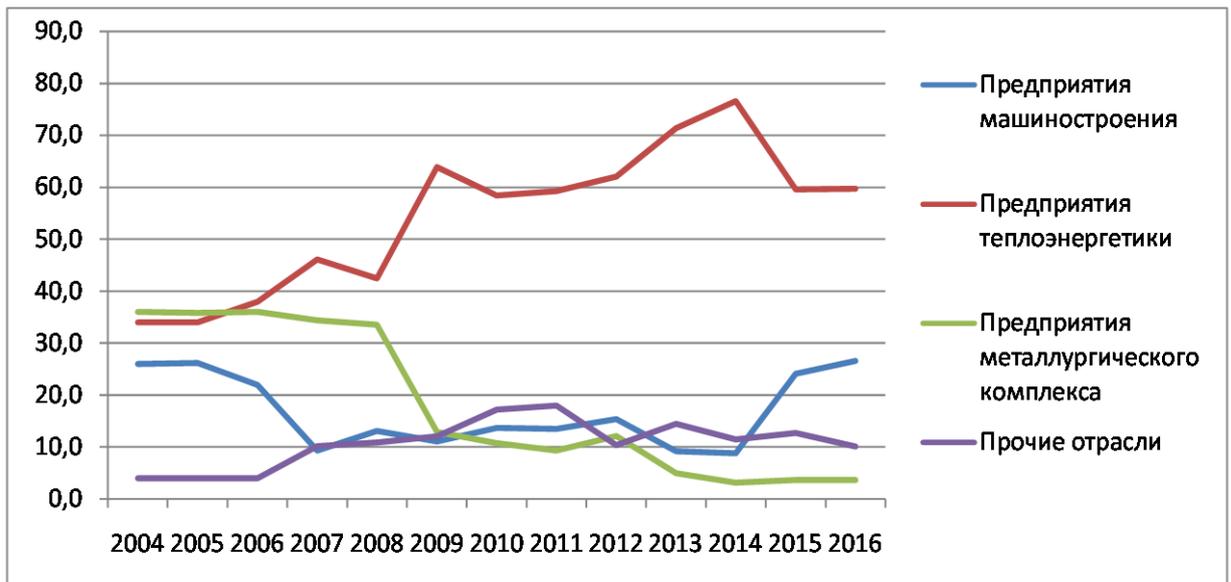
(по данным Докладов об экологической обстановке в г.Ижевске)



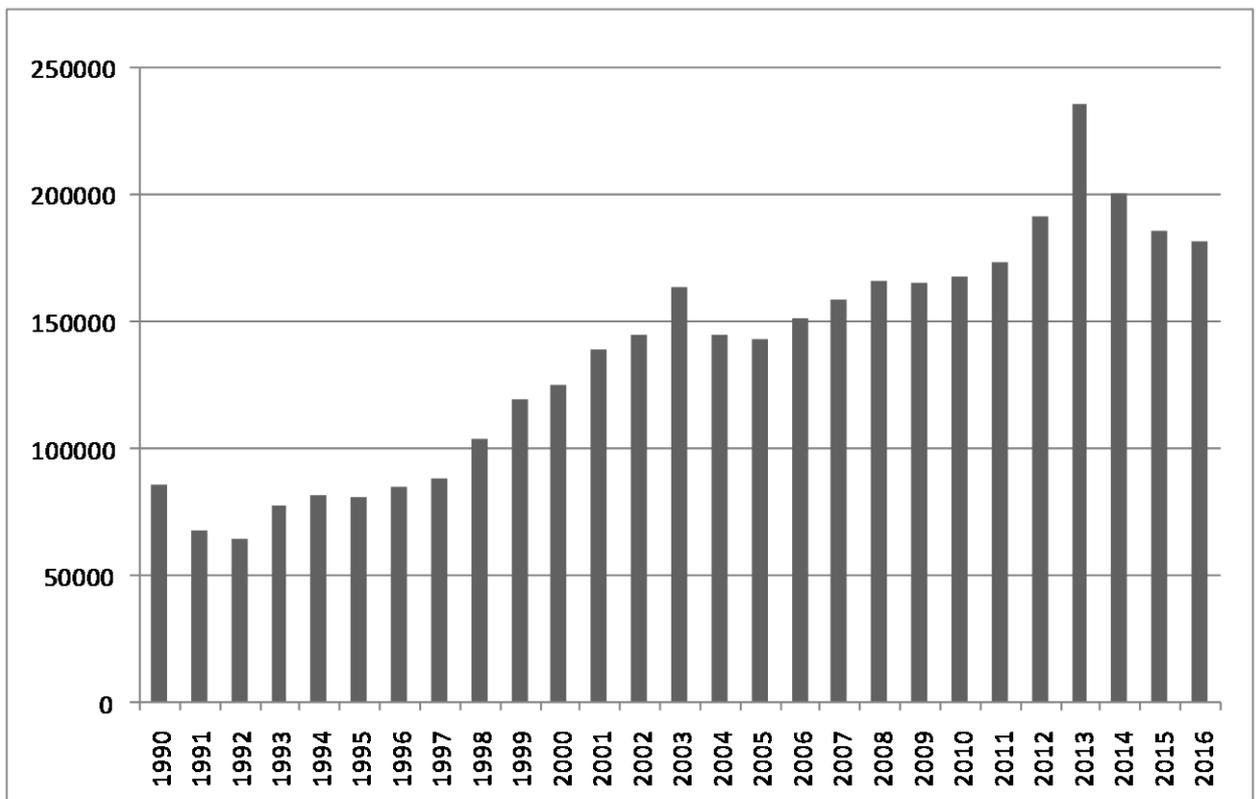
Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г.Ижевска



Доля выбросов от автотранспорта в валовом выбросе загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г.Ижевска



Доля выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников по отраслям хозяйственной деятельности, %



Количество автомобильного транспорта в г.Ижевске



Малькова Ирина Леонидовна – кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования Удмуртского государственного университета. Автор более 150 научных и учебно-методических работ. Основное направление научной деятельности – экология человека, медицинская география, экологическое образование и воспитание.



Семакина Алсу Валерьевна - кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования Удмуртского государственного университета. Автор более 50 научных и учебно-методических работ. Основное направление научной деятельности – геоэкология и экологическое картографирование.

