

На правах рукописи

Чудинова Ольга Николаевна

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО
ВОЗДУХА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ЗАБАЙКАЛЬЯ
(НА ПРИМЕРЕ Г. УЛАН-УДЭ)**

Специальность 03.00.16 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Улан-Удэ
2008

Работа выполнена в Восточно-Сибирском государственном технологическом университете

Научные руководители:

доктор географических наук,
профессор

Иметхенов Анатолий Борисович

кандидат медицинских наук

Макарова Любовь Владимировна

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук

Давыдов Владимир Никандрович

кандидат биологических наук

Дашиева Долгорма Аюшиевна

Ведущая организация:

Институт общей и экспериментальной
биологии СО РАН

Защита состоится 29 октября 2008 г. в 11.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.022.03 при Бурятском государственном университете по адресу: 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а, конференц-зал

Факс (301-2) 21-05-88

E-mail: d21202203@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Бурятского государственного университета (670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а)

Автореферат разослан 27 сентября 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат биологических наук

Шорноева Н. А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Город Улан-Удэ входит в число 30 наиболее загрязненных городов России, где индекс загрязнения атмосферы превышает 14 (в 2007 г. ИЗА составил 14,7).

По мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 23% всех заболеваний и 25% всех случаев рака обусловлены воздействием факторов окружающей среды, в том числе и загрязнения атмосферного воздуха. Особое внимание в структуре заболеваемости г. Улан-Удэ обращает на себя рост экологически обусловленных заболеваний органов дыхания и онкологической патологии. Одной из причин, вызвавших высокий рост заболеваемости населения, особенно детского, за последние годы, является высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха.

Для оценки и анализа возможного влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения необходимо иметь данные мониторинга атмосферного воздуха. Система мониторинга качества атмосферного воздуха г. Улан-Удэ не отвечает современным требованиям оценки риска для здоровья населения, поскольку не позволяет определить уровень воздействия загрязнения на организм человека. Поэтому созрела необходимость создания единой системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ с позиции оценки риска для здоровья населения.

Цель работы заключалась в оценке влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения г. Улан-Удэ для совершенствования системы мониторинга атмосферного воздуха как средства контроля эффективности мероприятий по снижению риска здоровью населения.

Были поставлены и решены следующие **задачи**:

- создать электронную базу данных лабораторных исследований атмосферы, проводимых различными организациями, и дать оценку загрязненности для эффективного осуществления контроля атмосферного воздуха г. Улан-Удэ;

- провести анализ многолетних данных по заболеваемости населения г. Улан-Удэ и выявить влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения;

- разработать рекомендации по снижению риска для здоровья населения г. Улан-Удэ путем совершенствования системы мониторинга атмосферного воздуха.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Улан-Удэ способствует росту заболеваемости детского и взрослого населения.

2. Существующая система мониторинга качества атмосферного воздуха г. Улан-Удэ не позволяет дать объективную оценку уровня воздействия загрязнения на организм человека.

3. Усовершенствованная система мониторинга атмосферного воздуха является одним из основных инструментов снижения риска для здоровья населения г. Улан-Удэ.

Научную новизну характеризуют следующие полученные результаты:

1. Впервые установлена причинно-следственная связь между состоянием здоровья населения и загрязнением атмосферного воздуха г. Улан-Удэ.

2. Создана электронная база данных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, объединяющая измерения различных ведомств и промышленных предприятий г. Улан-Удэ.

3. Составлены карты распределения содержания загрязняющих веществ, плотности и заболеваемости населения, рисков для здоровья населения по территории г. Улан-Удэ с использованием ГИС- технологий (системы ArcView GIS 3.2).

4. Обоснован выбор приоритетных загрязняющих веществ и точек мониторинга на основе расчетов канцерогенных и неканцерогенных рисков для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ.

Практическая значимость работы состоит в том, что основные ее результаты были использованы при разработке мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, а именно при создании комплексной программы мониторинга атмосферного воздуха г. Улан-Удэ в составе Сводного проекта предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Улан-Удэ (2008 г.). Предлагаемые нами практические рекомендации по управлению риском для здоровья населения от воздействия загрязнения атмосферного воздуха позволят:

- проводить контроль за соблюдением государственных и международных стандартов качества атмосферного воздуха;

- получать объективные исходные данные для разработки природоохранных мероприятий, градостроительного планирования и планирование транспортных систем;

- информировать общественность о качестве атмосферного воздуха и его влиянии на здоровье населения в различных микрорайонах г. Улан-Удэ;

- разворачивать системы предупреждения о резком повышении уровня загрязнения;

- оценивать эффективность природоохранных мероприятий.

Апробация работы. Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на научно-практической конференции «Актуальные вопросы туберкулеза и заболеваний органов дыхания в Сибири и приграничных районах России» (Улан-Удэ, 2004), Всероссийской конференции

«Актуальные проблемы защиты окружающей среды регионов России» (Улан-Удэ, 2004, 2007, 2008), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новые экологобезопасные технологии для устойчивого развития регионов Сибири» (Улан-Удэ, 2005), научной конференции преподавателей, научных работников и аспирантов ВСГТУ (Улан-Удэ, 2006, 2007, 2008), юбилейной научно-практической конференции, посвященной 85-летию госсанэпидслужбы России «Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Бурятия» (Улан-Удэ, 2007), 11-й Всероссийской конференции «Нормативно-методическое, техническое и информационное обеспечение воздухоохранной деятельности «Атмосфера-2008» (Санкт-Петербург, 2008).

Материал и методы исследования. В работе использованы результаты многолетних лабораторных исследований атмосферного воздуха Бурятского республиканского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (БЦГМОС) за 1986 - 2007 гг., Федерального государственного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия» (ФГУЗ «ЦГиЭ в РБ») за 1999-2007 гг., промышленных предприятий г. Улан-Удэ за 2005-2007 гг.; данные о заболеваемости объединенного информационного банка «Здоровье населения» системы социально-гигиенического мониторинга Республики Бурятия за 1982-2007 гг.; данные о численности населения по терапевтическим участкам лечебно-профилактических учреждений г. Улан-Удэ (№ 1-6), по микрорайонам (данные Администрации г. Улан-Удэ, Управляющих компаний г. Улан-Удэ, жилищно-эксплуатационных участков (ЖЭУ), товариществ собственников жилья (ТСЖ) за 2007 г.); картографическая база данных (точность М.1:16000), разработанная ФГОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова». В работе были использованы методы математической статистики для обработки данных лабораторных исследований атмосферного воздуха, заболеваемости населения; методика оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Для всестороннего анализа комплексной многоаспектной территориально-распределенной информации использовались ГИС-технологии (система ArcView GIS 3.2).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, 25 приложений; изложена на 197 страницах, включая 31 рисунок, 38 таблиц и 26 карт. Список литературы включает 123 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

В атмосферный воздух города поступает большое количество различных вредных веществ. Повсеместно выбрасываются такие вредные вещества, как пыль (взвешенные вещества), диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, которые принято называть основными, а также различные специфические вещества, выбрасываемые отдельными производствами, предприятиями, цехами (РД 52.04.186-89).

Данные медицинской статистики развитых стран показывают, что в связи с ростом воздействия вредных факторов промышленного производства и загрязнения воздушной среды возрастает частота многих хронических патологических процессов: заболеваний органов дыхания, почек, хронических отравлений, аллергических процессов, злокачественных опухолей и болезней крови (Гичев, 2007).

Глава 2. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. УЛАН-УДЭ

2.1. Природно-климатические особенности

Город Улан-Удэ с общей площадью 329,2 км² расположен в низменной местности Западного Забайкалья с неблагоприятными геоморфологическими и климатическими условиями для рассеивания примесей в атмосфере (застой воздушных масс, преобладание области высокого давления в холодное время года, возникновение мощных инверсий температуры).

2.2. Характеристика выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы города

Численность населения г. Улан-Удэ на 1.01.2007 г. составляет 373300 человек (38,89 % от общего населения республики). Основными источниками загрязнения атмосферы по городу являются автотранспорт, котельные, эксплуатирующиеся в отопительном режиме (54,4%), а также стационарные источники выбросов промышленных предприятий. Суммарный валовый выброс загрязняющих веществ составляет 42711,85 т/год, из них 0,005% – выброс веществ 1 класса опасности, 0,25% – 2, 60,9 % – 3, 36,14% – 4. Вклад автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха составляет 52% (по РБ – 49 %), что связано с ежегодным увеличением количества автотранспортных средств. За последние 20 лет объем выбросов загрязняющих веществ сократился в 1,71 раза, что связано с общим сокращением производства в 90-е гг. (рис.1). На каждый км² территории города в 2006 г. было выброшено 205,99 т, из них только от стационарных

источников 99,46 т загрязняющих веществ. На каждого жителя г. Улан-Удэ в 2006 г. в среднем пришлось 181,7 кг вредных веществ (включая выбросы автотранспорта). Выбросы на одного жителя от стационарных источников загрязнения составили 87,7 кг. Для территории г. Улан-Удэ характерно неоднородное распределение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (Белоголовов, 1989; Цыдыпов, 2005).

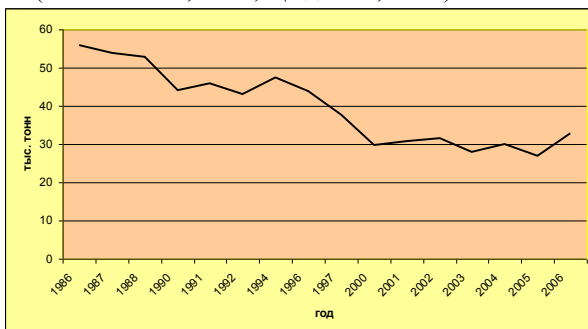


Рис. 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ стационарными источниками г. Улан-Удэ в 1986 – 2006 гг.

2.3. Анализ многолетних данных загрязнения атмосферного воздуха

На территории г. Улан-Удэ мониторинг качества атмосферного воздуха проводится аккредитованными лабораториями БЦГМОС, ФГУЗ «ЦГиЭ в РБ», Улан-Удэнским филиалом ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту», Отделом физических проблем БНЦ СО РАН, Испытательным лабораторным центром БГСХА, а также аттестованными ведомственными промышленными лабораториями.

БЦГМОС ведется контроль на трех стационарных постах по основным загрязняющим веществам: взвешенные вещества, серы диоксид, углерода оксид, азота диоксид, а также фенола, формальдегида, бенз(а)пирена (на 1 посту) и тяжелым металлам (кадмий, марганец, медь, никель, хром, свинец, цинк, железо, магний) (на 2 постах). На протяжении ряда лет среднегодовые концентрации загрязняющих веществ составляют: взвешенных веществ – 1,7 ПДК, формальдегида—2 ПДК, бенз(а)пирена – 3,9 ПДК.

ФГУЗ «ЦГиЭ в РБ» ведет многолетние маршрутные исследования в пяти постоянных рецепторных точках в жилых микрорайонах. Контролируются загрязняющие вещества: азота диоксид, серы диоксид, фенол, формальдегид, углерода оксид, взвешенные вещества. Ежегодно на всех маршрутных постах наблюдаются превышения гигиенических нормативов фенола: за последние пять лет количество проб фенола с превышением ПДК составляло от 1,9 до 59,6%.

Из 148 промышленных предприятий г. Улан-Удэ, имеющих источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в 2007 г. производственный инструментальный контроль загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния выбросов проводили 13 предприятий 1, 2 класса опасности, являющиеся приоритетными источниками загрязнения, вклад которых в суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляет около 60%. Всего проведено 3200 исследований атмосферного воздуха в 512 точках с разовым отбором проб. Анализ результатов измерений показывает, что большинство точек отбора проб накладываются друг на друга. Следовательно, результаты проведенных измерений в целом не могут объективно характеризовать зоны влияния конкретно для отдельного предприятия.

2.4. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ по среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ

С целью оценки современного пространственного распределения загрязнения атмосферного воздуха были обобщены все результаты измерений и моделирования приземных концентраций загрязняющих веществ. Для сравнительного анализа нами рассчитаны комплексные показатели интегрального загрязнения атмосферного воздуха ($P_{\text{сум}}$) по осредненным за год концентрациям.

2.4.1. Разделение территории города на рецепторные точки

Территория города была поделена на 80 жилых микрорайонов (рецепторных точек), в том числе 16 – в Советском районе, 22 – в Железнодорожном, 42 – в Октябрьском районе.

2.4.2. Расчет среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в рецепторных точках г. Улан-Удэ

Расчеты среднегодовых концентраций загрязняющих веществ, по данным моделирования в 80 рецепторных точках, выявили неоднородность распределения загрязнения атмосферного воздуха по территории города.

2.4.3. Расчет интегрального показателя загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ

Для оценки суммарного загрязнения воздушного бассейна нами использовался показатель $P_{\text{сум}}$, при расчете которого учитывались все одновременно регистрируемые в атмосферном воздухе примеси. Для получения сопоставимых результатов интегральные показатели рассчитывались для всех лабораторий по пяти веществам (взвешенные вещества, диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, фенол). По результатам расчетов интегрального показателя загрязнения атмосферного воздуха комбинацией веществ нами была составлена карта пространственного распределения комплексного показателя загрязнения атмосферы на территории г. Улан-Удэ. В среднем по городу $P_{\text{сум}}$ составили: по данным моделирова-

ния – 5,03 (слабое загрязнение) (рис. 2); БЦГМОС – 9,2 (умеренное загрязнение); ФГУЗ «ЦГиЭ в РБ» – 7,19 (умеренное загрязнение); БНЦ – 1,81 (допустимое загрязнение); подфакельных измерений производственного контроля – 5,65 (слабое загрязнение). Следовательно, интегральные показатели существенно отличаются, что обусловлено разной методикой отбора проб, периодичностью и объемом исследований и не позволяет получить объективную картину состояния загрязнения атмосферного воздуха города.

2.5. Анализ заболеваемости населения г. Улан-Удэ

В качестве фоновых показателей для расчета относительных рисков использовались среднереспубликанские показатели по всем классам болезней. Проведенный нами расчет относительного риска показал, что практически по всем классам болезней (кроме болезней крови и кровеносных органов, болезней системы кровообращения, осложнений беременности, младенческой смертности) показатели заболеваемости населения г. Улан-Удэ превышают среднереспубликанские: травмы и отравления – в 1,68 раза; психические расстройства – в 1,27; болезни органов дыхания – в 1,24 раза и т.д. По уровню повышенного относительного риска заболеваемости (по обращаемости) выделяется детское население. Риск общей заболеваемости среди детей города в среднем за 5 лет достигает 1,4-кратного, психических расстройств – 2,22-кратного, болезней системы кровообращения – 2,06-кратного, врожденных аномалий (пороков развития) – 1,91-кратного. Особое внимание в структуре заболеваемости обращает на себя рост экологически обусловленных заболеваний, таких как заболевания органов дыхания и онкологической патологии. Болезни органов дыхания занимают первое место в структуре заболеваемости: их вклад в заболеваемость всего населения составляет 40,4%, детского населения – 56,9%. Проведенный анализ показал, что г. Улан-Удэ характеризуется как высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, так и высокими показателями заболеваемости взрослого и детского населения.

Глава 3. СНИЖЕНИЕ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. УЛАН-УДЭ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

С целью снижения уровней риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха могут использоваться, по нашему мнению, следующие подходы:

- снижение числа и мощности источников опасности (выбросов в атмосферу) путем проведения природоохранных мероприятий;
- снижение вероятности развития или проявления вредных эффектов;

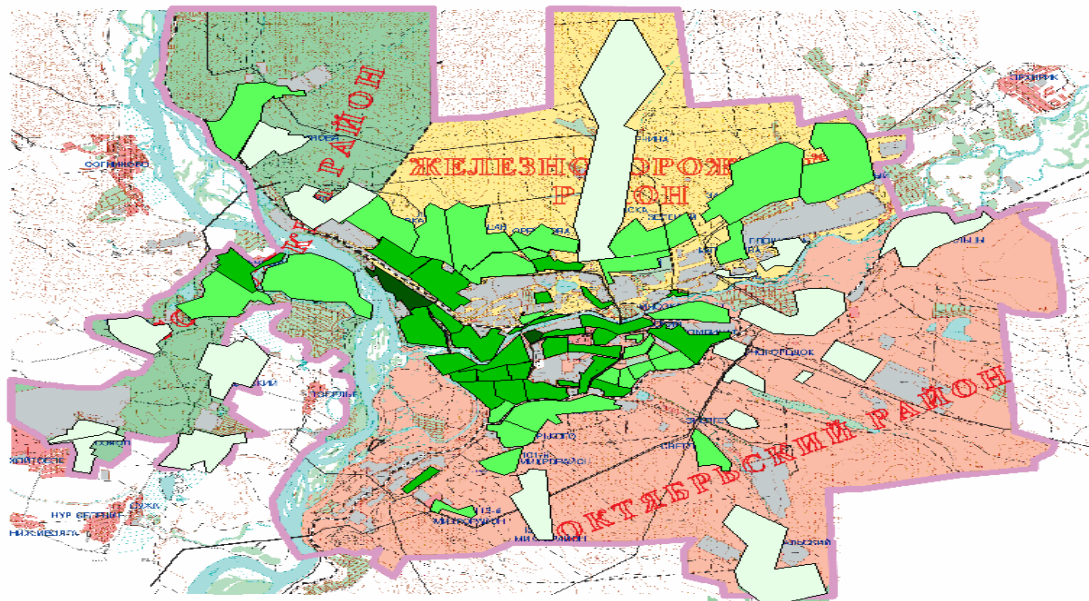


Рис. 2. Пространственное распределение комплексного показателя загрязнения атмосферы на территории г. Улан-Удэ

- уменьшение числа лиц, подверженных воздействию загрязнения атмосферного воздуха и т. д.

Для принятия такого рода управленческих решений необходимо иметь данные мониторинга атмосферного воздуха.

3.1. Выбор приоритетных веществ для мониторинга атмосферного воздуха

Всего в атмосферный воздух г. Улан-Удэ поступает 214 вредных веществ (24 обладают канцерогенной активностью), из которых контролируется всего лишь 8 веществ (3,7%). Стало быть, необходимо расширить их перечень.

Выбор приоритетных веществ для мониторинга атмосферного воздуха г. Улан-Удэ проводился нами по результатам анализа данных:

- по вкладу загрязняющих веществ в суммарный выброс г. Улан-Удэ;
- по степени опасности для здоровья;
- по результатам мониторинга атмосферного воздуха;
- по результатам моделирования рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Для предварительного ранжирования химических веществ были использованы сведения об объемах поступлений загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников 148 промышленных предприятий и автотранспорта из сводного проекта предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Улан-Удэ.

Для составления предварительного списка приоритетных веществ, не обладающих канцерогенным действием, был использован метод ранжирования веществ по индексу сравнительной неканцерогенной опасности. Расчеты, проведенные по данному методу, позволили выделить вещества, составляющие более 90% суммы индексов сравнительной неканцерогенной опасности: бенз(а)пирен, сумма взвешенных веществ, серы диоксид, керосин, азота диоксид, сажа. Для составления предварительного списка приоритетных веществ, обладающих канцерогенным действием, был использован метод ранжирования веществ по индексу сравнительной канцерогенной опасности. Расчеты, проведенные по данному методу, позволили выделить вещества, составляющие более 90% суммы индексов сравнительной канцерогенной опасности: сажа, бенз(а)пирен, бензин нефтяной. Эти вещества должны быть включены в список приоритетных веществ для мониторинга атмосферного воздуха города.

По результатам анализа имеющихся данных мониторинга можно сделать вывод о том, что в перечень приоритетных веществ необходимо включить также формальдегид (канцерогенное вещество) и фенол. По результатам сводных расчетов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Улан-Удэ, учитывающих выбросы автотранс-

порта, был составлен список загрязняющих веществ с превышением ПДК в жилой зоне (Проект предельно допустимых выбросов..., 2007). В соответствии с данным списком в перечень приоритетных веществ нами предлагается включить свинец, сероводород, бутилацетат, углеводороды C12-C19. На основе предварительного ранжирования, проведенного с использованием информации об объемах поступлений загрязняющих веществ в атмосферный воздух, результатов моделирования рассеивания загрязнений и имеющихся данных мониторинга содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Улан-Удэ нами впервые составлен перечень веществ, которые необходимо включить в программу мониторинга загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ: бенз(а)пирен, сажа, взвешенные вещества, серы диоксид, азота диоксид, фенол, формальдегид, свинец, сероводород, углерода оксид, бутилацетат, углеводороды C12-C19, бензин нефтяной, керосин.

3.2. Оценка риска здоровью населения для выбора точек наблюдений за загрязнением атмосферы

В соответствии с существующими нормативными документами число стационарных постов определяется в зависимости от численности населения: в г. Улан-Удэ количество стационарных постов должно составлять 3-5. Количество постов может быть увеличено из-за сложного рельефа местности, а также наличия большого количества источников загрязнения. Для этого необходимо обосновать их количество и места размещения. С этой целью использовались уровни риска развития заболеваемости и смертности населения от воздействия загрязнения атмосферного воздуха, которые могут рассматриваться как интегральные показатели, основанные на данных пространственного распределения примесей загрязняющих веществ на территории города, степени их опасности для здоровья и плотности населения.

3.2.1. Пространственное распределение численности населения г. Улан-Удэ по рецепторным точкам

Нами была определена численность населения по выбранным 80 рецепторным точкам. Полученные данные по численности населения сформированы в зависимости от места жительства по рецепторным точкам. В результате была составлена карта-схема плотности населения г. Улан-Удэ с использованием ГИС-технологий, которая позволила выбрать микрорайоны с наибольшей плотностью населения.

3.2.2. Расчет канцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха

Характеристика канцерогенного риска осуществлена поэтапно, а именно путем расчета индивидуального канцерогенного риска для каждого вещества, поступающего в организм человека ингаляционным путем, суммарного канцерогенного риска для всех веществ и популяционных

канцерогенных рисков. Конечным этапом являются обобщение и представление результатов характеристики риска. Канцерогенный риск был рассчитан для пяти канцерогенных веществ (бенз(а)пирен, сажа, бензин нефтяной, формальдегид, свинец) в 80 рецепторных точках города. В результате проведенных работ была составлена карта распределения популяционного канцерогенного риска на территории г. Улан-Удэ. Расчет индивидуального канцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха показал:

- по бенз(а)пирену, что все рецепторные точки характеризуются пренебрежимо малым уровнем риска (менее 1×10^{-6}), не отличающимся от обычных, повседневных рисков (первый диапазон риска);

- по саже, что практически все рецепторные точки характеризуются вторым диапазоном риска, т. е. уровень риска находится в пределах от 1×10^{-6} до 1×10^{-4} . В пяти рецепторных точках индивидуальный канцерогенный риск неприемлем для населения в целом (приемлем для профессиональных групп): пос. Аэропорт – $1,67 \times 10^{-4}$; пос. Дивизионный – $1,75 \times 10^{-4}$; пос. Мясокомбината – $1,06 \times 10^{-4}$; пос. Мелькомбината – $3,46 \times 10^{-4}$; пос. Никольский – $1,2 \times 10^{-4}$;

- по свинцу, что практически все рецепторные точки характеризуются пренебрежимо малым уровнем риска (менее 1×10^{-6}). В трех рецепторных точках уровень канцерогенного риска превышает 1×10^{-6} (в границах приемлемого риска): пос. Восточный – $2,45 \times 10^{-6}$; пос. Загорск – $1,67 \times 10^{-6}$; пос. Площадка – $1,61 \times 10^{-6}$;

- по формальдегиду, что практически все рецепторные точки характеризуются вторым диапазоном риска, т. е. уровень риска находится в пределах от 1×10^{-6} до 1×10^{-4} . В двух рецепторных точках индивидуальный канцерогенный риск не приемлем для населения в целом (приемлем для профессиональных групп): район Элеватора – $1,11 \times 10^{-4}$; ул. Трубачева – $1,31 \times 10^{-4}$.

- по бензину, что во всех рецепторных точках риск развития злокачественных образований, обусловленный воздействием этого канцерогена выше 1×10^{-4} , т. е. неприемлем для населения в целом. В семи рецепторных точках индивидуальный канцерогенный риск неприемлем ни для населения в целом, ни для профессиональных групп (более 1×10^{-3}): пос. Заречный – $1,08 \times 10^{-3}$; центр Советского района (от ул. Ербанова до ул. Набережная) – $1,47 \times 10^{-3}$; Виадук – $2,13 \times 10^{-3}$; ул. Николая Петрова – $1,11 \times 10^{-3}$; ЛВРЗ – $1,2 \times 10^{-3}$; Элеватор – $1,86 \times 10^{-3}$; ул. Трубачева – $1,29 \times 10^{-3}$.

После подсчета суммарного индивидуального канцерогенного риска оказалось, что во всех рецепторных точках риск выше приемлемого уровня (более 1×10^{-4}). В 13 рецепторных точках суммарный индивидуальный канцерогенный риск выше 1×10^{-3} (неприемлем ни для населения в целом,

ни для профессиональных групп). Основной вклад в суммарный канцерогенный риск дают бензин, сажа и формальдегид. Вклад бензина нефтяного в общий канцерогенный риск от загрязнения атмосферного воздуха составил от 44,46 % (пос. Сокол) до 94,14% (Виадук), сажи – от 2,29% (Виадук) до 51,83% (пос. Дивизионный), формальдегида – от 1,01% (пос. Плошадка) до 17,59% (Левый берег). Ранжирование общего канцерогенного риска от действия пяти канцерогенных веществ показало, что более 50% вклада в общий риск вносят 9 микрорайонов: Элеватор – 0,629 дополнительных случаев рака в год, ЛВРЗ – 0,372, пос. Восточный – 0,269, Виадук – 0,247, Баня – 0,190, центр Советского района (от ул. Ербанова до ул. Набережная) – 0,181, 18-й квартал – 0,165, 47-й квартал – 0,160, Саяны – 0,119. Расчет суммарного канцерогенного риска показал, что 28 % населения г. Улан-Удэ (101807 человек) живет на территориях, где риск развития онкологических заболеваний вследствие воздействия канцерогенных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, выше допустимого (неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп). Число дополнительных случаев рака на 100 тыс. населения в год, связанных с поступлением в атмосферный воздух канцерогенных веществ, в целом по городу составило 74,501. По данным социально-гигиенического мониторинга, заболеваемость населения г. Улан-Удэ новообразованиями в 2006 г. составила 544,4 на 100 тыс. населения. 13,7 % новообразований связаны с выбросами в атмосферный воздух загрязняющих веществ, обладающих канцерогенными свойствами.

3.2.3. Расчет неканцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха

Индивидуальный риск смерти (IRD) при кратковременном воздействии взвешенных веществ и химических соединений в течение всей жизни рассчитывается по формуле 1 (Оценка риска..., 1999):

$$IRD = q_{\text{год}} * WRD, \quad (1)$$

где $q_{\text{год}}$ – среднегодовая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³;

WRD – индивидуальный пожизненный риск смерти при вдыхании единицы вредного вещества (коэффициент риска).

По формуле 1 был проведен расчет индивидуального неканцерогенного риска смертности, а также популяционные риски смертности от загрязнения атмосферного воздуха суммой взвешенных и газообразных веществ в 80 рецепторных точках г. Улан-Удэ. Все рецепторные точки города характеризуются высоким уровнем суммарного индивидуального неканцерогенного риска смертности от загрязнения атмосферного воздуха (более 10⁻³), который неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп. Суммарный индивидуальный риск смертности от загрязнения атмосферного воздуха взвешенными и газообразными веществами находится в диапазоне от 4,0*10⁻² (пос. Забайкальский) до 3,24*10⁻¹ (Ви-

дук). По результатам расчетов было проведено ранжирование рецепторных точек г. Улан-Удэ по значениям индивидуального и популяционного риска смертности от суммарного действия взвешенных и газообразных веществ. Наибольшее дополнительное количество смертей от загрязнения атмосферного воздуха взвешенными и газообразными веществами наблюдается в районе Элеватора – 64 дополнительных случая смерти в год, Бани – 56, Виадук – 35, ЛВПЗ – 35, 47-го квартала – 30, 18-го квартала – 29, пос. Восточный – 24, пос. Мелькомбината – 21, Саян – 21. Вклад взвешенных веществ в суммарный неканцерогенный риск смертности в целом по городу составляет 68,4%, газообразных веществ – 31,6%. По районам города: в Советском районе вклад в суммарный риск взвешенных веществ – 68,5%, газообразных – 31,5%, в Железнодорожном районе – 68,6%, газообразных – 31,4%, в Октябрьском районе – 68,3%, газообразных – 31,7%. Число дополнительных случаев смерти от загрязнения атмосферного воздуха взвешенными и газообразными веществами в целом по городу составило 785. По данным социально-гигиенического мониторинга, смертность населения г. Улан-Удэ в 2006 г. составила 13,6 на 1000 населения, или 5077 случаев смерти. Вклад смертности, обусловленной загрязнением атмосферного воздуха, в общую смертность населения в 2006 г. составил 15,5%.

Индивидуальный риск заболеваемости (IRDS) при кратковременном воздействии взвешенных веществ и химических соединений в течение всей жизни рассчитывается по формуле 2 (Оценка риска..., 1999):

$$IRDS = q_{\text{год}} * WRDS, \quad (2)$$

где $q_{\text{год}}$ – среднегодовая концентрация загрязняющего вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$;

WRDS – индивидуальный пожизненный риск заболеваемости при вдыхании единицы вредного вещества (коэффициент риска).

По формуле 2 нами был проведен расчет индивидуального неканцерогенного риска заболеваемости, а также популяционного риска заболеваемости от действия взвешенных и газообразных веществ в 80 рецепторных точках г. Улан-Удэ (рис. 3). Все рецепторные точки города характеризуются очень высоким уровнем суммарного индивидуального неканцерогенного риска заболеваемости от загрязнения атмосферного воздуха (более 10^{-3}). Суммарный индивидуальный риск заболеваемости от загрязнения атмосферного воздуха взвешенными и газообразными веществами находится в диапазоне от 1,422 (пос. Исток) до 12,160 (Виадук). По результатам расчетов было проведено ранжирование рецепторных точек г. Улан-Удэ по значениям индивидуального и популяционного риска заболеваемости от действия взвешенных и газообразных веществ и от их суммарного действия. Наибольшее дополнительное количество заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха взвешенными и газообразными веществами наблюдается в районе Элеватора – 3189 дополнительных случаев забо-

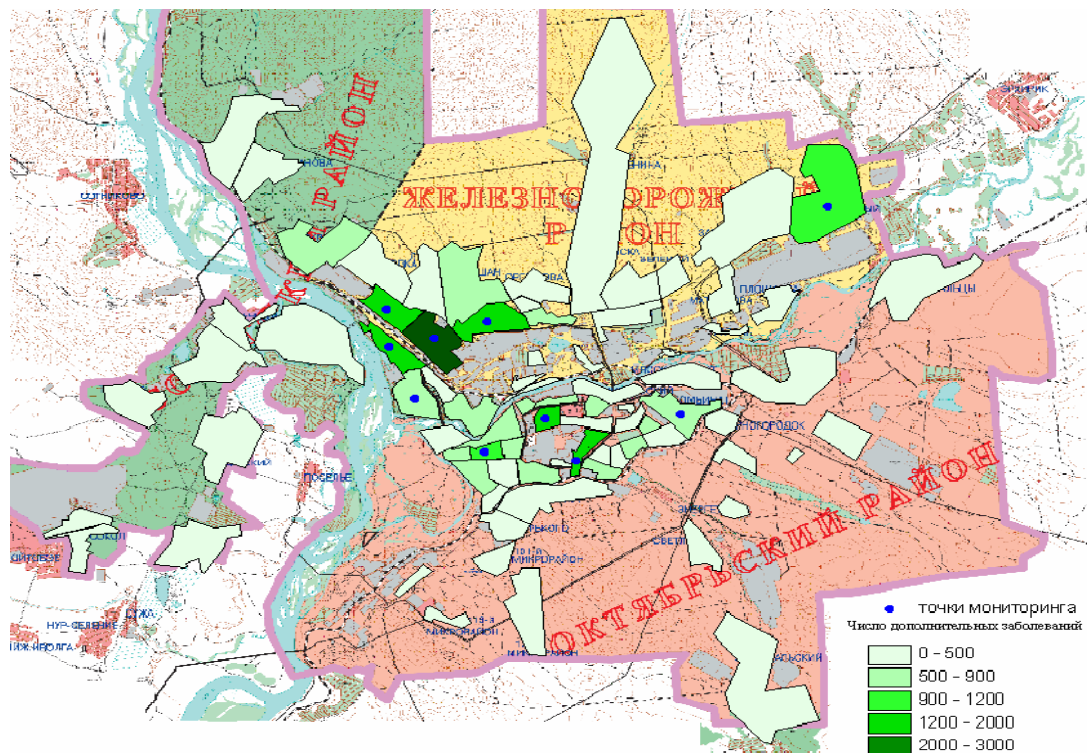


Рис. 3. Популяционный риск заболеваемости населения г. Улан-Удэ от загрязнения атмосферного воздуха взвешенными и газообразными веществами (абсолютное число в год)

леваний в год, ЛВРЗ – 1988, Бани – 1973, 18-го квартала – 1538, 47-го квартала – 1522, Виадук – 1507, пос. Восточного – 1160, Саян – 971. Основной вклад в суммарный риск заболеваемости населения от загрязнения атмосферного воздуха дают газообразные вещества: в Советском районе их вклад составляет 79,8%, в Железнодорожном районе – 79,7%, в Октябрьском районе – 79,9%. В целом по городу вклад газообразных веществ в суммарный риск заболеваемости от воздействия загрязняющих веществ составляет 79,8% (в т. ч. 35,1% – углеводороды, 17,3% – азота диоксид, 6,8% – серы диоксид, 5,2% – формальдегид, 15,4% – остальные вещества), взвешенных веществ – 20,2 %.

3.2.4. Расчет рисков для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха по экспериментальным данным

Результаты расчета рисков для здоровья населения в 8 рецепторных точках показали, что канцерогенные риски, рассчитанные по результатам моделирования, превышают риски, рассчитанные по результатам мониторинга в десятки раз (кроме Элеватора – в 1,9 раза). Популяционные неканцерогенные риски заболеваемости и смертности, полученные по результатам моделирования и мониторинга ФГУЗ «ЦГиЭ в РБ», соизмеримы, разница между ними небольшая. Популяционные неканцерогенные риски заболеваемости и смертности, полученные по результатам моделирования, в 1,6-3,7 раза ниже, чем риски, рассчитанные по результатам мониторинга БГЦМОС. Проведенный сравнительный анализ подтверждает наше предположение о том, что по результатам мониторинга БГЦМОС можно судить о влиянии загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения тех домов, которые расположены вдоль автомагистралей, а не всего населения жилого микрорайона.

3.3. Сравнительный анализ расчетных показателей риска здоровью и фактической заболеваемости населения г. Улан-Удэ

Для сопоставления рассчитанных рисков с фактической заболеваемостью проведено ее пространственное распределение по выбранным рецепторным точкам. Был определен вклад заболеваемости, обусловленной загрязнением атмосферного воздуха, в общую заболеваемость населения, который составил 12% в целом по городу, в том числе в Железнодорожном районе – 15,5%, в Октябрьском – 10,8%, в Советском районе – 10,5 %.

3.4. Практические рекомендации по снижению риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха

Для выбора репрезентативных участков для организации мониторинга были использованы плотность проживания населения (густо населенные районы имеют приоритет при размещении точек наблюдения) и повышенный риск для здоровья населения (территория с высоким риском заболеваемости и смертности имеет приоритет при размещении точек наблюдения). На основе пространственного распределения населения по жи-

лым микрорайонам, а также канцерогенных и неканцерогенных рисков для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха были выбраны рецепторные точки для мониторинга (табл.).

Таблица

Рекомендуемые точки мониторинга атмосферного воздуха
на территории г. Улан-Удэ

№ п/п	Микрорайон города	Превышение в среднем по городу		
		Канцерогенного риска	Неканцерогенного риска смертности	Неканцерогенного риска заболеваемости
1	Центр Советского района	3,23	2,00	1,86
2	Виадук	4,41	3,60	3,50
3	Пос. Восточный	4,8	2,49	2,69
4	ЛВРЗ	6,64	3,59	4,63
5	Элеватор	11,23	6,55	7,42
6	Баня	3,39	5,73	4,59
7	Саяны	2,12	2,08	2,25
8	18-й квартал	2,94	2,96	3,57
9	Пос. Мелькомбината	1,21	2,13	1,4
10	47-й квартал	2,85	3,03	3,54

Для каждой из выбранных точек определен перечень загрязняющих веществ для мониторинга. Из 214 веществ, выбрасываемых в атмосферных воздух г. Улан-Удэ, предлагается контролировать на всей территории города в силу их повсеместного распространения 7 веществ и 7 веществ – на постах в ограниченной зоне влияния основных источников выбросов.

Экономическое обоснование усовершенствованной системы мониторинга атмосферного воздуха показало, что первоначальные расходы по приобретению, перемещению имеющихся и установке всех постов составят 9172,5 тыс. руб. Предлагаемые нами практические рекомендации по управлению риском для здоровья населения от воздействия загрязнения атмосферного воздуха позволят проводить контроль за соблюдением государственных и международных стандартов качества атмосферного воздуха; получать объективные исходные данные для разработки природоохранных мероприятий, градостроительного планирования и планирование транспортных систем; информировать общественность о качестве атмосферного воздуха и его влиянии на здоровье населения в различных микрорайонах г. Улан-Удэ; развешивать системы предупреждения о резком повышении уровня загрязнения; оценивать эффективность природоохранных мероприятий.

ВЫВОДЫ

1. Электронная база данных лабораторных исследований атмосферного воздуха позволяет дать комплексную оценку временной и пространственной динамики распределения загрязнения атмосферы как в отдельных микрорайонах, так и целом по городу.

2. Существующая в настоящее время система мониторинга атмосферного воздуха не дает относительно полной картины влияния загрязнения атмосферы на здоровье населения г. Улан-Удэ в связи с разными программами, используемыми в организациях, осуществляющих контроль качества атмосферы.

3. Высокий уровень загрязнения воздушной среды города негативно влияет на здоровье населения, обуславливая повышенную его заболеваемость и смертность, особенно в тех микрорайонах, где концентрации основных и специфических загрязняющих веществ, в том числе канцерогенных, превышает ПДК. С высоким содержанием в атмосфере взвешенных и газообразных веществ связаны 12% всех заболеваний и 15,5% смертей населения г. Улан-Удэ.

4. Более четверти (28%) населения г. Улан-Удэ проживает на территориях с недопустимым риском развития онкологических заболеваний и соответственно в этих микрорайонах заболеваемость новообразованиями выше, чем в среднем по городу.

5. Предлагается усовершенствовать контроль качества атмосферного воздуха в жилых микрорайонах города с высокими рисками для здоровья населения, подвергающегося воздействию загрязняющих веществ. Рекомендуемая система мониторинга является инструментом снижения реальных рисков для здоровья населения.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Чудинова О. Н. Воздействие загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения / Макарова Л. В., Чудинова О. Н. // Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах Бурятии (2002 год) Бурятского республиканского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – Улан-Удэ, 2002. – С. 43-44.

2. Чудинова О. Н. Оценка качества атмосферного воздуха и здоровья населения г. Улан-Удэ / Болошинов А. Б., Макарова Л. В., Чудинова О. Н. // Официальный сайт редакции журнала «Устойчивое развитие. Наука и практика». – 2004. – № 5. – М., 2004. – 5 с.

3. Чудинова О. Н. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха города Улан-Удэ на детскую заболеваемость органов дыхания / Макарова Л. В., Чудинова О. Н. // Материалы научно-практической конференции «Актуальные вопросы туберкулеза и заболеваний органов дыхания в

Сибири и приграничных районах России». – Улан-Удэ, 2004. – С. 198-201.

4. Чудинова О. Н. Анализ системы мониторинга атмосферного воздуха г. Улан-Удэ / Ханхунов Ю. М., Чудинова О. Н. // *Материалы I Всероссийской конференции «Актуальные проблемы защиты окружающей среды регионов России».* – Улан-Удэ, 2004. – С. 40-45.

5. Чудинова О. Н. Система мониторинга атмосферного воздуха г. Улан-Удэ. // Вестник Бурятского Университета. География, геология. Серия 3, вып. 3. – Улан-Удэ, 2004. – С. 215-217.

6. Чудинова О. Н. Загрязнение воздушной среды г. Улан-Удэ и его влияние на здоровье населения. // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новые эколого-безопасные технологии для устойчивого развития регионов Сибири».* Том 1. – Улан-Удэ, 2005. – С. 9-14.

7. Чудинова О. Н. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха и состояния здоровья населения г. Улан-Удэ // Вестник Бурятского Университета. География, геология. Серия 3, вып. 6. – Улан-Удэ, 2005. – С. 251-255.

8. Чудинова О. Н. Основные подходы к организации производственного контроля загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния выбросов промышленных предприятий // *Материалы IV Всероссийской конференции «Актуальные вопросы защиты окружающей среды и безопасность территорий регионов России».* – Улан-Удэ, 2007. – С. 27 – 32.

9. Чудинова О. Н. Применение методики оценки риска для обоснования выбора приоритетных веществ для проведения лабораторных исследований загрязнения атмосферного воздуха / Мадеева Е. В., Чудинова О. Н. // *Материалы юбилейной научно-практической конференции, посвященной 85-летию госсанэпидслужбы России «Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Бурятия».* – Улан-Удэ, 2007. – С. 79 – 83.

10. Чудинова О. Н. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ по среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ // *Материалы юбилейной научно-практической конференции, посвященной 85-летию госсанэпидслужбы России «Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Бурятия».* – Улан-Удэ, 2007. – С. 83 – 86.

11. Чудинова О. Н. Состояние проблемы и перспективы снижения риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в Байкальском регионе / Болوشيнов А. Б., Макарова Л. В., Ханхареев С. С., Мадеева Е. В., Чудинова О. Н. // *Гигиена и санитария.* – 2007. – №5. – С. 24-26.

12. Чудинова О. Н. Обоснование развития системы мониторинга атмосферного воздуха с целью снижения риска для здоровья населения (на примере г. Улан-Удэ) / Макарова Л. В., Чудинова О. Н. // 11-я Всероссийская конференция «Нормативно-методическое, техническое и информационное обеспечение воздухоохранной деятельности «Атмосфера-2008»: тез. докл. – СПб., 2008. – С. 32.

13. Чудинова О. Н. Перспективы использования методологии оценки и управления риском здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в Байкальском регионе при нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух / Макарова Л. В., Болошинов А. Б., Чудинова О. Н., Болошинова А. А. // 11 Всероссийская конференция «Нормативно-методическое, техническое и информационное обеспечение воздухоохранной деятельности «Атмосфера-2008»: тез. докл. – СПб., 2008. – С. 32.

14. Чудинова О. Н. Применение методики оценки риска здоровью населения для обоснования выбора приоритетных веществ для мониторинга атмосферного воздуха г. Улан-Удэ // Материалы V Всероссийской конференции «Актуальные вопросы защиты окружающей среды и безопасность территорий регионов России». – Улан-Удэ, 2008. – С. 27-30.

15. Чудинова О. Н. Перспективы развития экономического регулирования качества атмосферного воздуха в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Болошинов А.Б., Мангантова Н.В., Макарова Л.В., Чудинова О.Н., Мадеева Е.В., Болошинова А.А. // Конгресс «Санитарно-эпидемиологическое благополучие Российской Федерации»: тез. докл. – М., 2008 – С. 42.

Подписано в печать 24.09.2008. Формат 60x84 1/16.
Печать операт., бумага писч. Усл. печ. л. 1,39. Тираж 100 экз. Заказ №193.

Издательство ВСГУ
670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в.