На правах рукописи

Звягинцева Ольга Юрьевна

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. ЧИТА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

03.02.08 – экология (биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

005547155

17 АПР 2014

Улан - Удэ 2014

Работа выполнена на кафедре техносферной безопасности
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Забайкальский государственный университет» (г. Чита)

Научный руководитель: **Оглы Зоя Петровна**
доктор биологических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Забайкальский государственный университет», профессор кафедры техносферной безопасности, г. Чита

Официальные оппоненты: **Максарова Дарима Дамбаевна**
доктор биологических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Бурятский государственный университет», доцент кафедры зоологии и экологии, г. Улан-Удэ

Курек Оксана Петровна
кандидат биологических наук, Управление Росприроднадзора по Иркутской области, исполняющий обязанности руководителя (г. Иркутск)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ

Защита состоится «22» мая 2014 г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.022.03 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Бурятский государственный университет» по адресу: 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а, конференц-зал
Факс (301-2)21-05-88; e-mail: d01202203@mail.ru

С диссертацией можно ознакомится в научной библиотеке ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет» (670000, ул. Смолина, 24а)

Автореферат разослан «21» 04 2014 г. и размещен на сайте университета www.bsu.ru и в сети Интернет на официальном сайте ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации http://vak.ed.gov.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук А.Б. Гулгенова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. По качеству атмосферного воздуха г. Чита относится к числу наиболее загрязненных городов России. За период с 2005 по 2010 гг. уровень загрязнения воздушного бассейна оценивался, как «чрезвычайно высокий» и «очень высокий». Среднегодовые концентрации превышают $ПДК_{сс}$ по бенз(а)пирену в 5,77 раз, по формальдегиду – в 4,33 раза (Государственный доклад, 2010).

По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) основные источники загрязнения воздушной среды в городах исходят от предприятий теплоэнергетики и автомобильного транспорта, которые дают до 23% всех заболеваний (Иванов и др., 2010). К тому же постоянно увеличивающаяся доля личного автотранспорта со значительным выбросом вредных веществ, практически не поддается контролю.

Для здоровья населения отработанные газы автомобилей представляют наибольшую опасность, чем выбросы стационарных источников, т. к. они поступают в атмосферу непосредственно в зоне дыхания человека. Объем выбросов автотранспорта увеличивается не только на проезжей части улиц, но и во дворах, где двигатели транспорта работают в наиболее «неэкологичном» режиме (на холостом ходу, низких скоростях). В целом, концентрация загрязняющих веществ в воздухе на определенных участках города выше, чем на проезжей части улиц, значительно превышая средние значения по городу. На придомовых территориях находятся места отдыха, расположены детские площадки, при этом качество воздуха здесь не контролируется, что подтверждается необходимостью совершенствования системы мониторинга.

В структуре общей заболеваемости населения г. Чита болезни органов дыхания традиционно занимают ведущие позиции (Социально-гигиенический мониторинг, 2006-2010). Поэтому, изучение влияния приоритетных загрязнителей воздушного бассейна города на здоровье человека, оценка вклада различных источников в процессы загрязнения атмосферного воздуха, совершенствование системы мониторинговой службы является актуальной задачей экологии.

Цель исследований – оценить влияние загрязнения воздушного бассейна на здоровье населения г. Чита с целью прогнозирования уровня заболеваемости от воздействия приоритетных загрязнителей.

Задачи исследования:

1. Выявить наиболее значимые источники загрязнения и основные вещества-загрязнители воздушного бассейна г. Чита.
2. Провести исследования уровней общего и локального загрязнения атмосферного воздуха г. Чита методом биоиндикации и по их результатам осуществить зонирование территории с целью оценки влияния качества атмосферного воздуха на здоровье населения.
3. Для выявления причин локального загрязнения произвести расчет выбросов автотранспорта (как наиболее значимого источника) на участках дорожной сети г. Чита с различной интенсивностью движения.
4. Проанализировать степень влияния основных загрязнителей атмосферного воздуха г. Чита на здоровье населения, в том числе на уровень онкозаболеваемости.
5. Дать прогнозную оценку уровня заболеваемости населения г. Чита и предложить мероприятия по снижению ущерба здоровью населения от воздействия аэротоксикантов.

Личный вклад автора состоит в постановке целей и задач исследований, выборе методов исследования, сборе и обработке полевых и экспериментальных данных, а также анализе и обобщении полученных материалов. Исследования проводились в течение семи полевых сезонов (2005-2010 гг.).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Высокий уровень загрязнения воздушного бассейна г. Чита влияет на показатели заболеваемости городского населения.

2. Использование метода флуктуирующей асимметрии (ФА) позволяет выявить локальное загрязнение атмосферного воздуха и производить зонирование территорий с целью прогноза заболеваемости населения г. Чита.

3. Ежегодное экологическое зонирование состояния атмосферного воздуха, выполненное по методу ФА, является основой для принятия природоохранных решений для улучшения здоровья населения города.

Научная новизна.

1. Впервые дан прогноз динамики заболеваемости населения г. Чита болезнями органов дыхания, в том числе онкопатологией, оцененный показателем ФА листовой пластинки березы повислой *Betula pendula* Roth, которая отражает степень загрязнения атмосферы, в том числе загрязнителями-канцерогенами.

2. Получены новые экспериментальные данные, позволяющие рассчитать величину $ИЗА_5$ (индекса загрязнения атмосферного воздуха по пяти приоритетным загрязнителям) по величине интегрального показателя ФА для территорий города, где нет стационарных постов, а также в случаях локального загрязнения для прогнозной оценки заболеваемости населения.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что основные результаты исследований были использованы:

- Забайкальским краевым экологическим центром при осуществлении основного вида деятельности – подготовке информации по источникам негативного влияния на окружающую среду, для внесения её в государственный реестр объектов;

- при чтении курсов лекций, проведении лабораторно-практических занятий и учебной практики для студентов специальностей 280102.65 «Безопасность технологических процессов и производств», 280103.65 «Защита в чрезвычайных ситуациях», других специальностей и направлений при изучении дисциплин «Общая экология», «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности».

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты исследований построены на основе анализа большого объема экспериментальных работ с использованием научных источников, литературных и фондовых материалов. Достоверность результатов подтверждена большим количеством собранного материала, применением унифицированных методик и официально принятых методов статистической обработки экспериментальных данных.

Материалы и положения диссертации представлялись и обсуждались на VII Всероссийской и XI Международной научно-практической конференции «Кулагинские чтения» (Чита, 2007, 2009, 2011), X Международной научно-практической конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности» (Пенза, 2010), Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием «Экологосберегающие и ресурсосберегающие технологии и материалы» (Улан-Удэ, 2011), научно-практической конференции «Адаптивный подход в использовании земельных и водных ресурсов Азиатской России» (Чита, 2011).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 5 в изданиях рекомендованных ВАК.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 130 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, выводов, рекомендаций, списка литературы, содержит 22 таблицы, иллюстрирована 37 рисунками. Список использованной литературы включает 137 наименований, в том числе 7 на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Характеристика района, материалы и методы исследования

1.1. Климато-географическая характеристика района исследования

Особенностями климато-географического положения Забайкальского края являются: внутриконтинентальное расположение, высокая приподнятость над уровнем моря, сухость климата, резкие колебания температуры воздуха, неравномерность распределения осадков в течение года (*Энциклопедия Забайкалья, 2000*).

Город Чита – административный центр Забайкальского края, является крупным железнодорожным узлом Транссибирской железнодорожной магистрали, с развитой сетью автомобильных дорог. Город располагается в долинах рек Чита и Ингода. С юго-запада территория города ограничивается Титовской сопкой, на западе и северо-западе от города расстилается равнинная степь, представляющая собой днище Читино-Ингодинской котловины. Хребет Черского, с небольшими высотами (900-1000 м), тянется с юго-запада на северо-восток, ограничивая город с юго-восточной стороны, северо-западная часть образована Яблоновым хребтом (Шпынов, 1998).

Климатические показатели, определяемые сибирским антициклоном большую часть года, характеризуются минимальным количеством осадков в холодный период, низкой скоростью ветра, максимальным числом штилей, низкими температурами с резкими суточными перепадами. Горно-котловинный рельеф местности приводит к формированию температурных инверсий, нарушающих циркуляцию атмосферных масс и препятствующих рассеиванию загрязнений. В такие периоды степень загрязненности приземного слоя атмосферы в черте города значительно возрастает. В целом преобладают ветры юго-западного направления. Следовательно, климато-географические показатели в условиях Восточного Забайкалья, усиливают негативное техногенное влияние на качество атмосферного воздуха в г. Чита.

1.2. Материалы и методы исследования

В работе использованы материалы ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае», ГУП "Забайкалгеомониторинг", Государственные доклады «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Забайкальском крае», «О санитарно-эпидемиологической обстановке в городском округе «Город Чита», а также результаты лабораторных и экспедиционных исследований автора (2005-2010 гг.). Для количественной оценки состояния окружающей среды использованы: фондовые материалы Забайкальского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями (ФГБУ «Читинский ЦГМС-Р), содержащие информацию об индексе загрязнения атмосферы г. Чита по 5 приоритетным загрязнителям ($ИЗА_5$), данные метеорологических наблюдений климата за 2004-2010 гг., ежегодные доклады МПР.

Оценку качественного состояния воздушного бассейна города проводили с использованием метода биоиндикации, согласно ««Методическими рекомендациями по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур)», утвержденным распоряжением Министерством природных ресурсов России от 16.10.03 № 460-р (Захаров, Чубинишвили, и др., 2003).

Биоиндикационные наблюдения проводились на 82 площадках на территории г. Чита и 21 площадке на территории Ивано-Арахлейского государственного природного ландшафтного заказника. Всего за период исследований 2005-2010 гг. (совместно с Турушевой Т.В.) было собрано и промерено более 30000 листовых пластинок березы повислой *Betula pendula* Roth. Сбор биологического материала производился в июле, после остановки роста листовой пластинки.

Береза повислая отвечает всем требованиям биоиндикатора: является традиционным видом фитоценоза Восточного Забайкалья, распространена как в составе сообществ, так и виде изолированных посадок, характеризуется засухоустойчивостью и морозостойкостью, не требовательна к почвенному покрову (Энциклопедия Забайкалья, 2000). Поскольку береза повислая относится к светолюбивым породам деревьев, для исключения стрессового влияния абиотических факторов, выбирались деревья, произрастающие на хорошо освещаемых участках.

Объем каждой выборки составлял 100 листьев: с 10 взрослых деревьев, по 10 листьев, сравнительно равных по площади листовой пластинки; с нижней части кроны каждого дерева; с максимального числа доступных веток. Листья собирались только с укороченных побегов (рисунок 1).

Асимметрия листовой пластинки – ненаследуемый признак, величина которой зависит от качества окружающей среды в период формирования листа.

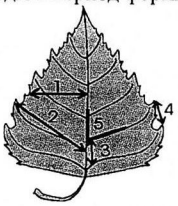

Рисунок 1 - Схема морфологических признаков листовой пластинки березы, использованных для проведения анализа флуктуирующей асимметрии

Измерение оцениваемых параметров произведено в соответствии с Методической рекомендации… (Захаров, Чубинишвили, и др., 2003): ширина левой и правой половинок листа (измерение проводили посередине листовой пластинки) (ширина); 2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа (длина); 3 - расстояние между основаниями первой и второй жилок.второго порядка; 4 - расстояние между концами этих же жилок; 5 - угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка (угол).

Для определения величины показателя флуктуирующей асимметрии (ПФА) рассчитывают:

- величину асимметрии для каждого признака: модуль разности между промерами слева (L) и справа (R) делят на сумму этих же промеров;
- величину асимметрии для каждого листа (сумма величин по всем признакам делится на число признаков);
- величину асимметрии в выборке (средняя арифметическая всех величин асимметрии, значение округляется до третьего знака после запятой).

Статистическую значимость различий между выборками по величине интегрального показателя стабильности развития (величина среднего относительного различия между сторонами на признак) определяют по t-критерию Стьюдента.

Для оценки степени отклонений в стабильности развития берёзы повислой используют 5-балльную оценку (Таблица 1).

Таблица 1 - Оценка степени нарушения стабильности развития растений

Балл	Величина стабильности развития	Качество среды
1	< 0,040	Условно нормальное
2	0,040 – 0,044	Начальные отклонения от нормы
3	0,045 – 0,049	Средний уровень отклонений от нормы
4	0,050 – 0,054	Существенные отклонения от нормы
5	> 0,054	Критическое состояние

Для расчета объемов веществ – загрязнителей, поступающих в приземный слой атмосферы в составе выбросов автотранспорта и оценки влияния этих веществ на состояние березы повислой, была использована «Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов», утвержденной приказом Госкомэкологии России (1999 г.).

Поскольку для оценки качества приземного слоя воздуха использовались 2 методики, определение интенсивности движения и расчет выбросов производился в местах сбора материала для метода биоиндикации.

При проведении экспериментальных исследований учитывался состав отработанных газов, зависящие от вида топлива, объемов выброса загрязняющих веществ при разных режимах работы двигателя.

Для расчетов использовались данные, полученные в результате 40 маршрутных наблюдений с разделением автотранспортных средств по категориям: легковые, грузовые с грузоподъемностью менее или более 3 тонн, автобусы, микроавтобусы, а также раздельно двигатели – карбюраторные, дизельные и работающие на сжиженном газе.

Предложенная методика позволяет рассчитать объемы поступления в атмосферу наиболее значимых загрязнителей, содержащихся в составе отработавших газов автотранспорта, – оксида углерода, диоксидов азота и серы, углеводородов, сажи, формальдегида и бенз(а)пирена.

Подсчет транспортных средств производился в дневное время суток, разные дни недели, в течение 20 минут каждого часа, в часы «пик» летнего сезона года – для выявления максимальной нагрузки. При интенсивности движения более 2-3 тыс. автомашин в час – по 20 минут раздельно по каждому направлению. Отдельно учитывалось количество транспортных средств на перекрестках (в соответствии с Методикой определения..., 1999 г.

В работе использовалось компьютерное программное обеспечение Microsoft Excel. Статистическая обработка полученных данных производилась с использованием непараметрических критериев Ньюмена-Кейлса, Фридмана, Краскела-Уоллиса, а также критерий Стьюдента, для множественных сравнений, двухфакторного дисперсионного анализа (Гланц, 1999; Ивантер, Коросов, 2003).

1.3. Значение метода биоиндикации в системе экологического мониторинга (обзор литературы)

В данном разделе приведены результаты анализа литературных и фондовых материалов о механизмах физиологических и биохимических ответных реакций растительных организмов на действие техногенных процессов и явлений, а также отдельных физических и химических абиотических факторов. Одновременно рассматривается значение метода биоиндикации при оценке качественного состояния среды обитания живых организмов.

Глава 2. Состояние атмосферного воздуха г. Чита

2.1. Основные источники и загрязнители атмосферного воздуха г. Чита

Территорию города составляют 4 административных района, степень воздействия на окружающую среду в которых зависит от их хозяйственного назначения. Особенности техногенной нагрузки в г. Чита в том, что предприятия расположены по всему периметру городской черты, в ряде случаев без учета «розы ветров». Функционирующие на территории города предприятия, оказывающие наиболее значимое влияние на качественное состояние воздушного бассейна, в основном относятся к добывающему и перерабатывающему производствам, а также к машиностроению и энергетическому комплексу. Наибольшие объемы загрязняющих веществ выбрасываются в атмосферу предприятиями теплоэнергетического комплекса, котельными ЖКХ и автомобильным

транспортом (Государственный доклад, 2010).

В течение 2005-2010 гг. в атмосферном воздухе города контролировалось содержание 10 компонентов: взвешенных веществ, оксидов углерода и азота, диоксидов серы и азота, сероводорода, фенола, сажи, формальдегида и бенз(а)пирена, концентрации большинства из которых снижались, кроме формальдегида, бенз(а)пирена и сажи, содержание которых возросло на 45%, 18% и 4% соответственно (Государственный доклад, 2010). В г. Чита $ИЗА_5$ рассчитывается по содержанию бенз(а)пирена, формальдегида, взвешенных веществ, диоксида азота и фенола (Государственный доклад, 2010).

Распространение загрязняющих веществ по территории города происходит неравномерно. Зона максимума загрязнения охватывает всю западную и юго-западную части города (Железнодорожный и Ингодинский районы), где сосредоточены большинство промышленных предприятий. Значительное содержание оксида углерода и формальдегида наблюдалось вблизи автотрасс (посты № 2, 3) (материалы ФГБУ «Читинский ЦГМС-Р»).

По данным ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае» в 2010 г. в г. Чита из числа исследованных проб атмосферного воздуха не соответствовали гигиеническим нормативам 17,1% (в 2008 - 6,5%; в 2009 - 7,1%). При этом в зоне влияния автомагистрали в центре города количество таких проб составило 22,5%, что в 2,4 раза больше, чем в зоне влияния промышленных предприятий (9,3 %). Приведенные данные свидетельствуют о том, что в общем объеме загрязнений воздушного бассейна города большой объем приходится на выбросы автотранспорта. Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха, являются следующие показатели: бенз(а)пирен (51,5 % исследованных проб не соответствовали гигиеническим нормативам); формальдегид (31,5 %); взвешенные вещества (65,2 %); окислы азота (29,6 %); фенол (13,9 %); оксид углерода (10,5 %) (Государственный доклад, 2010).

2.2. Оценка качества атмосферного воздуха методом ПФА

Для оценки качества атмосферного воздуха нами был использован метод биоиндикации по ПФА березы повислой *Betula pendula* Roth.

За период наших исследований по методу флуктуирующей асимметрии (ФА) (2005-2010 гг.) величина интегрального показателя стабильности развития березы повислой *Betula pendula* Roth. в разных точках отбора проб изменялась в среднем в пределах от 0,043 до 0,063. При этом максимальные значения показателя ФА отмечаются в зоне влияния ТЭЦ-1 и в центральной части административных районов города вблизи автомагистралей с наиболее высокой интенсивностью движения автотранспорта, что соответствует 5 баллу (качество атмосферного воздуха оценивается как «критическое»). Величина ПФА, оцениваемая 2-3 баллом (начальное и среднее отклонение от нормы), регистрируется в отдаленных от центра районах, в районе дачных кооперативов, спортивных баз «Березка» и «Высокогорье».

Динамика ПФА в целом по г. Чита за период наших исследований имеет выраженную тенденцию к росту, что свидетельствует об ухудшении качества атмосферного воздуха (Рисунок 2).

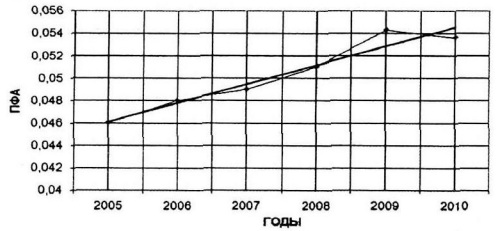

Рисунок 2 - Динамика ПФА листовой пластинки березы повислой за период 2005 – 2010 гг. (г. Чита)

Учитывая, что в список основных загрязнителей воздушного бассейна города, которые определяют величину $ИЗА_5$ входят бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, оксид азота и фенол, мы дали сравнительную оценку динамики концентраций этих веществ в атмосферном воздухе (по данным стационарных постов) с динамикой ПФА листовой пластинки березы повислой.

Результаты исследований показали, что характер изменения рассматриваемых величин (динамика ПФА и концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе) по годам – совпадают (Рисунок 3). По остальным веществам-загрязнителям соответствия не обнаружено.

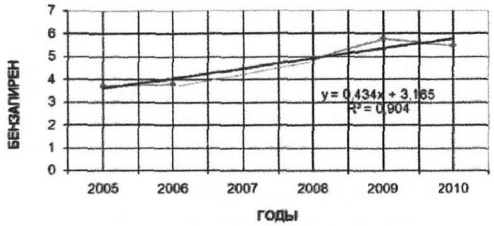

Рисунок 3 - Содержание бенз(а)пирена в атмосферном воздухе г. Чита за 2005-2010 гг. (по данным стационарных постов)

Наибольшее значение показателя ФА листовой пластинки за период наших исследований был выявлен в 2009 г., что соответствует максимальной концентрации бенз(а)пирена в воздушном бассейне г. Чита по данным стационарных постов наблюдения. Рассмотрев зависимость показателей $ИЗА_5$ и ПФА листовой пластинки березы повислой (Рисунок 4), нами получены расчетные данные (в виде уравнения):

$$y = 879{,}91x - 24{,}791$$

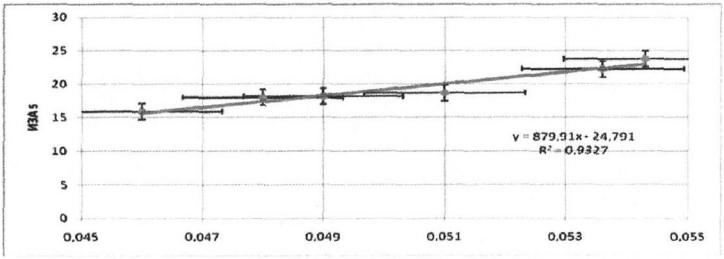

Рисунок 4 - Зависимость ПФА от $ИЗА_5$ в г. Чита

Данный показатель уравнения позволяет рассчитать величину $ИЗА_5$ по имеющейся величине интегрального показателя ФА для точек, где нет стационарных постов, в случаях локального загрязнения (на придомовых территориях, территориях детских образовательных учреждений и др.), для составления прогнозов (показатель детерминации R^2=0,9327).

Таким образом, сравнение средних значений ПФА березы повислой с $ИЗА_5$ и со средними уровнями основных загрязняющих веществ воздуха: взвешенными веществами, фенолом, формальдегидом, бенз(а)пиреном, диоксидом азота (по данным стационарных постов г. Чита, ФГБУ «Читинский ЦГМС-Р») за 2005-2010 гг., выявило прямую корреляцию с $ИЗА_5$ (коэффициент корреляции = 0,93) и бензапиреном (0,97) (Рисунок 4, 5). По другим основным загрязнителям атмосферного воздуха, устойчивой корреляции не выявлено.

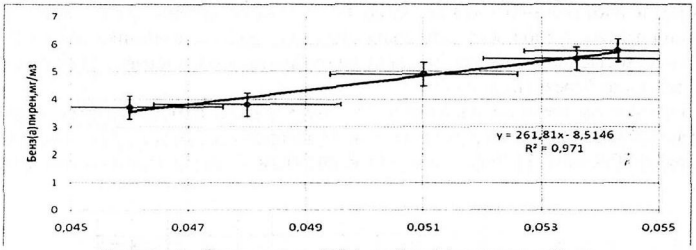

Рисунок 5 - Зависимость ПФА от бенз(а)пирена в г. Чита

2.3. Влияние выбросов автотранспорта на величину ПФА

Выбросы автомобильного транспорта по степени влияния на качество воздуха в приземном слое атмосферы более опасны, чем выбросы предприятий, поскольку происходит концентрация значительного количества источников. При этом большой объем выбросов на автомагистралях с интенсивным движением создает локальные высокие концентрации загрязнителей непосредственно в зоне дыхания человека.

Большое количество загрязнителей за короткий период времени осаждаются, переходят в почву, оседают на растениях. Стало быть, древесные растения в городской среде постоянно находятся в зоне влияния тех же веществ, которые оказывают негативное влияние на здоровье населения. Локальное загрязнение приземного слоя атмосферы, создаваемого выбросами автотранспорта, оценивается стабильностью развития березы повислой, оцениваемой по величине ПФА листовой пластинки. Для этого использована «Методика определения выбросов автотранспорта для проведения расчетов загрязнения атмосферы городов»(1999). При этом интенсивность транспортной нагрузки на участках автомагистралей (в точках отбора проб), за период исследований варьировала в пределах от 5 (ул. Восточная) до 2812 (ул. Бабушкина) автотранспортных средств в час. Загрязнение воздуха отработанными газами автомобилей происходит неравномерно, наиболее высокие значения определяются в районе перекрестков: ул. Кастринская – Богомягкова, Бабушкина – Ленинградская, Амурская – Бутина, Ленина – Богомягкова, Ленина – Баргузинская.

Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что с увеличением интенсивности движения транспортных средств на автомагистралях, соответственно, с увеличением объемов выбросов автотранспорта, величина ПФА листовой пластинки возрастает (Рисунок 6).

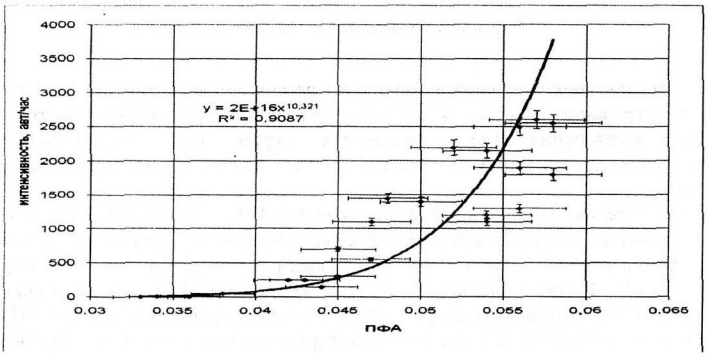

Рисунок 6 - Сравнение средних показателей ФА березы повислой и интенсивности движения автотранспорта в г. Чита

Основные загрязнители атмосферного воздуха в г. Чита, определяющие высокий уровень $ИЗА_5$, являются продуктами сжигания углеводородного топлива, значительно содержащиеся в газовых выбросах автотранспорта.

На следующем этапе исследований были рассчитаны объемы основных загрязнителей, поступающих в атмосферу от выбросов автотранспорта в зависимости от интенсивности движения. Статистическая обработка результатов исследований, сравнения средних показателей ФА березы повислой со средними уровнями загрязнения воздуха автотранспортом (г/мин) в г. Чита, выявила высокий показатель детерминации R^2 по формальдегиду, бенз(а)пирену, оксиду углерода. (*Рисунок* 7, 8).

Основные выводы:

- величина ПФА листовой пластинки березы повислой зависит от интенсивности движения и объемов выбросов автотранспорта, что можно использовать для определения локального загрязнения приземного слоя атмосферы в системе экологического мониторинга;
- береза повислая реагирует повышением значений показателя ФА листовой пластинки на повышение концентраций загрязняющих веществ, содержащихся в составе отработавших газов автомобилей, в большей степени бенз(а)пирена и формальдегида.

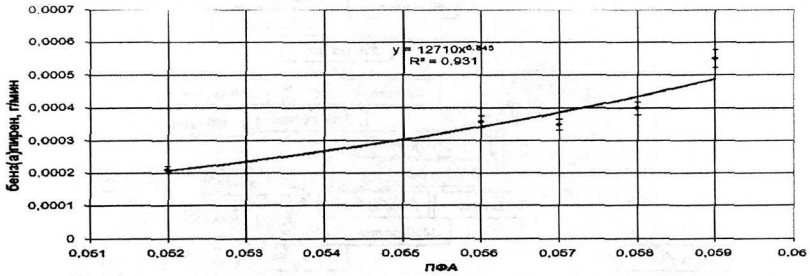

Рисунок 7 - Сравнение средних показателей ФА березы повислой (*Betula pendula* Roth) со средними расчетными уровнями загрязнения воздуха автотранспортом (г/мин) в г. Чита - бенз(а)пирен (собственные исследования)

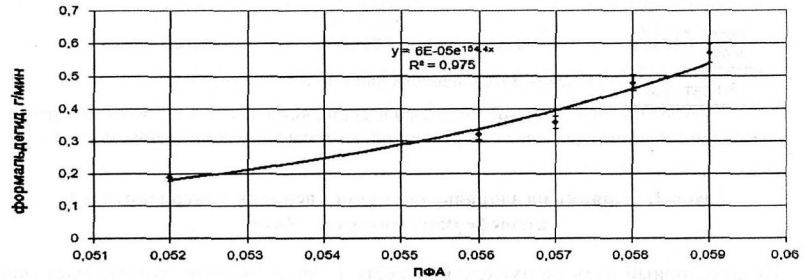

Рисунок 8 - Сравнение средних показателей ФА березы повислой (*Betula pendula* Roth) со средними расчетными уровнями загрязнения воздуха автотранспортом (г/мин) в г. Чита – формальдегид (исследования автора)

2.4. Экологическое зонирование г. Чита по степени загрязненности атмосферного воздуха

Анализ показателей загрязнения атмосферного воздуха по величине ПФА листовой

пластинки березы повислой, полученных в результате проведенных исследований, с учетом интенсивности движения на различных участках транспортной сети города, показывает, что качественное состояние воздушного бассейна города неоднородно.

Наиболее загрязненные участки приходятся на центральную, юго-восточную и северо-западную части территории города, где по показателю ФА качество атмосферного воздуха оценивается как «критическое», и отмечается наиболее высокая интенсивность движения автотранспорта. Высокая суммарная загрязненность атмосферного воздуха северо-западной части города может быть обусловлена влиянием ТЭЦ-1 и золоотвала.

По полученным материалам составлены экологические карты-схемы состояния атмосферного воздуха в г. Чита (Рисунок 9, 13, 14).

Выводы. В перспективе, созданные экологические карты-схемы, а также схема зонирования атмосферного воздуха г. Чита с помощью метода биоиндикации по величине ПФА листовой пластинки березы повислой, будут использованы в системе экологического мониторинга для выявления суммарного и локального загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха. Одновременно, их использование в системе мониторинговой службы позволят своевременно разрабатывать профилактические мероприятия, и тем самым ограничить негативное влияние воздушной среды на здоровье человека.

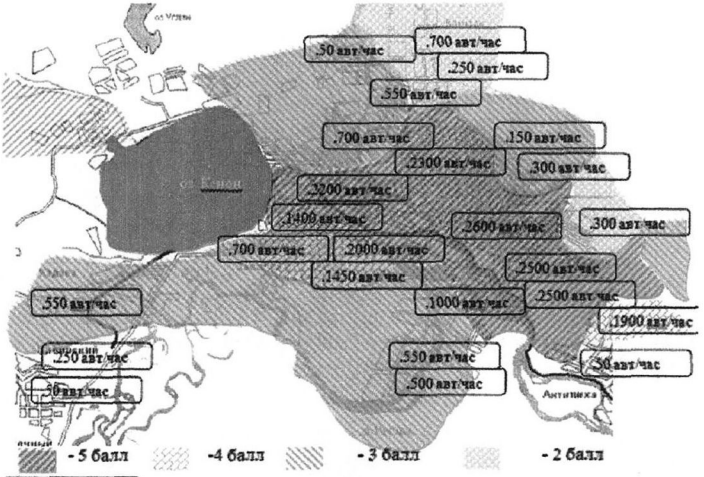

Рисунок 9 - Экологическое зонирование состояния атмосферного воздуха г.Чита в зависимости от интенсивности транспортной нагрузки (составлена автором, 2010 г.)

Глава 3. Влияние на здоровье населении основных загрязнителей атмосферного воздуха г. Чита

Ингаляционный путь поступления веществ в организм человека наиболее опасен, так как за короткий промежуток времени в малый круг кровообращения (минуя барьерные органы) поступает большое количество аэротоксикантов, негативное влияние которых начинается с воздействия на слизистые оболочки дыхательных путей, повреждающее действие которых нередко сочетается с влиянием патогенных микроорганизмов.

В структуре заболеваемости населения г. Чита на долю болезней органов дыхания приходится до 40 %, впервые в течение года зарегистрированных случаев заболеваний (Государственный доклад, 2010).

Об ухудшении состояния здоровья населения г. Чита свидетельствует динамика показателя впервые выявленной заболеваемости среди всего населения за последние 10 лет, с наиболее выраженной тенденцией роста заболеваемости среди детей и подростков (Рисунок 10). За период проводимых нами исследований (2005-2010 гг.) сохраняется такая же динамика этого показателя (ФГУЗ «Центр госсанэпиднадзора по Забайкальскому краю).

Выявить прямым методом общую связь заболеваний населения города болезнями органов дыхания с воздействием аэротоксикантов невозможно. Но, однако, наиболее приемлемой оказалась оценка влияния загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье человека, осуществляемая путем расчета коэффициентов линейной корреляции между классами болезней, имеющих тенденцию к росту заболеваемости со среднегодовыми концентрациями отдельных химических веществ в атмосферном воздухе. Одновременно, применяется методика оценки неканцерогенного риска в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Руководство, 2004).

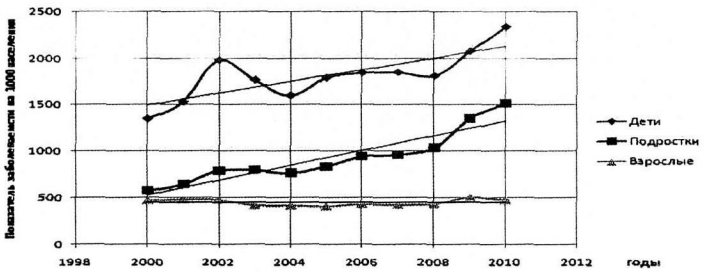

Рисунок 10 - Динамика впервые выявленной заболеваемости населения на 1000 чел. по возрастным группам за 2000-2010 гг.

Установлено, что воздействие наиболее значимых загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье разных возрастных групп городского населения, происходит ингаляционном путем. Эпидемиологические данные, позволили выделить основные негативные эффекты и установить референтные концентрации для этих токсикантов.

Распределение индексов опасности развития неонкологических заболеваний, рассчитанных для 9 атмосферных загрязнителей на территории г. Читы (при комплексном поступлении загрязнителей), показывают, что основной вклад в суммарный индекс опасности для всех возрастных периодов вносит бенз(а)пирен (от 24,998 % до 26,442 %), взвешенные вещества (от 23,59 % до 24,953 %), формальдегид (от 19,024 % до 20,123 %), диоксид серы (от 7,353 % до 12,413 %). Вклад остальных веществ (оксида углерода, диоксида азота, оксида азота, фенола и сажи) существенно ниже (Доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в городском округе «Город Чита», 2010).

По данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае» из числа контролируемых веществ-загрязнителей в атмосферном воздухе г. Чита среднегодовые показатели концентрации бенз(а)пирена, превышающие допустимые нормы, составляют по болезням органов дыхания среди взрослого населения ($r=0,83$ $p<0,05$), подростков ($r=0,81$, $p<0,05$), а также по заболеваемости болезнями органов дыхания по обращаемости среди подростков ($r=0,82$, $p<0,05$).

При оценке влияния наиболее значимых загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье разных возрастных групп, была установлена связь между болезнями системы кровообращения по обращаемости среди детского населения и среднегодовыми

концентрациями оксида азота в атмосферном воздухе ($r=0,89$ $p<0,05$); во всех возрастных группах существует опасность для развития заболеваний болезнями органов дыхания от содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе; нарушения развития и нарушения функции иммунной системы – от содержания в воздухе бенз(а)пирена (Государственный доклад, 2010).

Основные загрязнители атмосферного воздуха в г. Чита, содержание которых в течение анализируемого периода увеличивалось – бенз(а)пирен, формальдегид и сажа – относятся к группе канцерогенов. Поэтому, в соответствии с Руководством, рассчитывается канцерогенный риск от воздействия этих токсикантов. Бенз(а)пирен и формальдегид – загрязнители, учитывающиеся при расчете индекса загрязненности атмосферного воздуха в г. Чита. Анализ заболеваемости также свидетельствует, что показатель первичной онкологической заболеваемости зависит от $ИЗА_5$.

В структуре онкологической заболеваемости в г. Чита новообразования с локализацией в системе органов дыхания преобладают над опухолями других локализаций (Социально-гигиенический мониторинг, 2012).

Причины возникновения новообразований различны. Особенность онкопатологии в том, что в большинстве случаев наблюдается длительный скрытый период, поэтому установить точную причину заболевания часто не представляется возможным. Поэтому применяется метод расчета риска для возникновения онкопатологии при определенном пути поступления канцерогенных веществ в организм человека. В случаях, когда оценивается влияние качества атмосферного воздуха, или отдельных его компонентов, на уровень онкозаболеваемости, расчеты проводятся для ингаляционного пути поступления канцерогенов.

Оценка индивидуального канцерогенного риска здоровью населения от содержания данных веществ в воздушном бассейне города показала, что канцерогенный риск от ингаляционного воздействия бенз(а)пирена находится на чрезвычайно опасном уровне ($4300x10^{-3}$), сажей и формальдегидом – на сигнальном уровне, что является неприемлемым для здоровья населения ($1,0x10^{-3}$). Число дополнительных случаев злокачественных новообразований от воздействия бенз(а)пирена составляет 1504901,1 случаев за 70 лет (21498,6 случаев в год), от воздействия сажи – 34,99 (0,5 случаев в год), формальдегида – 40,45 случаев за 70 лет (6 случаев за 10 лет) (ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае»).

Более детальный анализ показывает, что в различных районах города ситуация не одинакова (Таблица 2).

Таблица 2 – Онкологическая заболеваемость и риски канцерогенной опасности по районам г. Чита (Социально-гигиенический мониторинг, 2012)

Район города	Среднегодовой уровень первич-ной онкозаболе-ваемости	Темп роста	Средне-годовой темп прироста	Максимальный канцерогенный риск от загрязне-ния атмосферного воздуха	Риск дополнитель-ных случаев рака с ингаляционным по-ступлением канцеро-генов (случаев в год)
Центральный	302,0%000	4.95%	0,89%	$1,83*10^{-4}$	20,1
Ингодинский	280,6%000	16,45%	1,95%	$1.79*10^{-4}$	12.3
Железнодорож-ный	275,1%000	15,14%	1,12%	$2,34*10^{-4}$	10.9
Черновский	238,1%000	35,2%	2,12%	$0,50*10^{-4}$	3.5

В структуре онкологической заболеваемости в Центральном, Железнодорожном и Черновском районах преобладают опухоли трахеи, бронхов, легких (Рисунок 11).

Наиболее высокий уровень первичной онкозаболеваемости и наибольший популяционный риск дополнительных случаев новообразований, связанных с ингаляционным поступлением канцерогенов, наблюдается в Центральном районе города.

Рисунок 11 - Структура онкологической заболеваемости по районам г. Чита

Максимальный канцерогенный риск от загрязнения атмосферного воздуха также выявлен в Железнодорожном районе, который по данным стационарных постов наблюдения характеризуется наибольшей степенью загрязнения атмосферного воздуха.

В Ингодинском районе новообразования этой локализации стоят на третьем месте, уступая опухолям молочной железы и кожи. Темп прироста новообразований с локализацией в системе органов дыхания в этом районе характеризуется отрицательными значениями (Социально-гигиенический мониторинг, 2012). При этом, объяснить такую динамику улучшением показателей качества окружающей среды невозможно. Это подтверждают высокий максимальный канцерогенный риск от загрязнения атмосферного воздуха и популяционный риск возможных дополнительных случаев рака, связанных с ингаляционным поступлением канцерогенов. Возможно, это связано с ростом новых поселений в черте города, демографическими изменениями, поскольку:

- появление новых микрорайонов сопровождается ростом численности населения (за последние три года количество жителей в районе увеличилось более, чем на 10000 чел., в других районах за аналогичный период – от 2700 до 4800 чел.), что могло повлиять на динамику показателя заболеваемости в этом районе;
- изменилась возрастная структура населения.

Выводы. Высокий уровень загрязненности воздушного бассейна г. Чита негативно влияет на здоровье населения и обуславливает высокую заболеваемость. Наибольшее значение имеют бенз(а)пирен, формальдегид и сажа, превышая гигиенические нормативы содержания в атмосферном воздухе и поступая ингаляционным путем в организм человека, создают высокий риск для возникновения новообразований в системе органов дыхания. Роль каждого отдельного вещества-загрязнителя, содержащегося в атмосферном воздухе, нарушающего здоровье человека, можно определить с помощью мониторинга и тем самым воздействовать на источники управления рисками. Поэтому экологический мониторинг является важным этапом в системе мероприятий, обеспечивающих охрану здоровья населения.

Глава 4. Прогнозная оценка динамики уровня заболеваемости населения г. Чита в зависимости от качественного состояния атмосферного воздуха, и мероприятия по улучшению экологической ситуации

Анализ заболеваемости, результаты оценки рисков для возникновения неканцерогенных и канцерогенных заболеваний, связанные с воздействием основных загрязнителей атмосферного воздуха, показывают, что качество атмосферного воздуха оказывает значительное влияние на здоровье населения г. Чита.

Наиболее высокий риск для развития онкопатологии связан с ингаляционным воздействием бенз(а)пирена, сажи и формальдегида, концентрации которых в атмосферном воздухе города превышают допустимые уровни. Бенз(а)пирен и формальдегид входят в число основных загрязнителей атмосферного воздуха в г. Чита, определяющих величину $ИЗА_5$. Анализ заболеваемости показывает, что показатель первичной онкозаболеваемости в г. Чита имеет высокую степень зависимости от величины $ИЗА_5$ (Рисунок 12).

Нашими исследованиями установлено, что бенз(а)пирен и формальдегид, входящие в список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха Читы, концентрация которых в зоне дыхания человека в большей степени зависит от выбросов автомобильного транспорта, также оказывают отрицательный эффект на процесс формирования листовой пластинки березы повислой, величина асимметрии которой зависит от концентрации этих токсикантов в атмосферном воздухе.

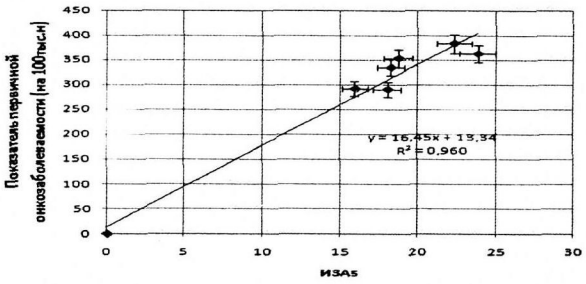

Рисунок 12 - Зависимость показателя первичной онкологической заболеваемости от $ИЗА_5$ в г. Чита

Сопоставляя уровни первичной онкозаболеваемости, величины ПФА листовой пластинки березы повислой с количеством автотранспортных средств по районам города, мы выявили, что с увеличением транспортной нагрузки эти показатели возрастают. Максимальные значения первичной онкозаболеваемости и величины ПФА регистрируются в Центральном районе, минимальные значения – в Черновском районе.

Сравнение величин предельно допустимых концентраций примесей вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, показывает, что растения значительно раньше реагируют на воздействие аэротоксикантов (Таблица 3).

Таблица 3 - Предельно допустимые, максимальные разовые и средние концентрации вредных веществ для человека (ПДК) и древесных пород (ПДК-Л) в воздухе

Вредные вещества	Предельно допустимые концентрации, мг/м^3			
	для человека		для древесных растений	
	максимально разовая	средне-суточная	максимально разовая	средне-суточная
Азота оксиды	0,085	0,04	0,04	0,02
Ангидрид сернистый	0,5	0,05	0,3	0,015
Взвешенные вещества	0,5	0,05	0,2	0,05
Оксид углерода	5,0	3,0	5,0	3,0
Сероводород	0,008	0,008	0,008	0,008
Соединения фтора газообразные (в пересчете на фтор)	0,02	0,005	0,02	0,003
Формальдегид	0,035	0,003	0,02	0,003

Выводы. Таким образом, береза повислая *Betula pendula* Roth., отвечающая всем требованиям вида-биоиндикатора, может использоваться при оценке качества атмосферного воздуха города, в первую очередь загрязнения бенз(а)пиреном и, соответственно, при оценке степени риска для возникновения заболеваний системы органов дыхания, в то числе онкопатологий от воздействия этого токсиканта.

На основании наших исследований, систематизации многолетних данных величины ПФА листовой пластинки березы повислой, нами составлены карты-схемы, которые показывают динамику техногенного воздействия на вид-биоиндикатор (Рисунок 13, 14).

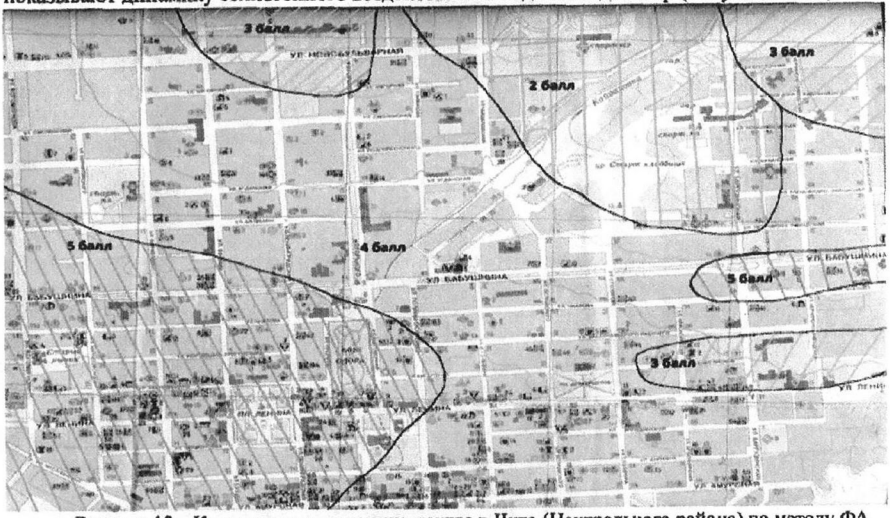

Рисунок 13 – Карта-схема загрязнения центра г. Чита (Центрального района) по методу ФА листовой пластинки березы повислой (исследования автора, 2006 г.)

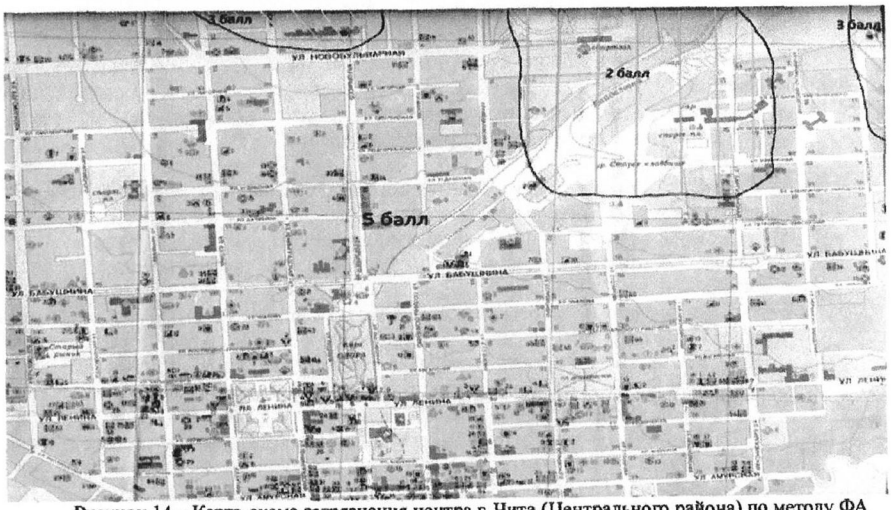

Рисунок 14 – Карта-схема загрязнения центра г. Чита (Центрального района) по методу ФА листовой пластинки березы повислой (исследования автора, 2010 г.)

На представленном фрагменте карты-схемы участка территории города Центрального и Ингодинского административных районов, составленной по величине ПФА в точках отбора проб, выделены участки, где качество приземного слоя атмосферного воздуха оценивается от 2 до 5 баллов (Рисунок 13). Тот же участок территории города (Рисунок 14), свидетельствует о том, что качество атмосферного воздуха значительно ухудшилось (2010 г.). Уровень загрязненности возрастает в северо-восточном направлении. На территории Ингодинского района за период исследований уровень загрязненности атмосферного воздуха возрос с 3-4 до 5 балла, и оценивается как «критический», что может привести к увеличению заболеваемости населения этого района.

Величина ПФА зависит от содержания в воздушном бассейне Читы бенз(а)пирена и формальдегида, концентрации которых создают наибольшую угрозу риска возникновения случаев онкопатологии среди населения, а по динамике ПФА можно прогнозировать возможность роста случаев новообразований в Ингодинском районе г. Чита.

Заключение

1. Высокий уровень загрязнения воздушного бассейна г. Чита негативно влияет на здоровье населения, обуславливая его повышенную заболеваемость. Высокие концентрации бенз(а)пирена и формальдегида создают угрозу риска для развития заболеваний системы органов дыхания, в том числе случаев возникновения онкопатологии.
2. Береза повислая *Betula pendula* Roth. реагирует повышением ПФА при увеличении содержания бенз(а)пирена и формальдегида в атмосферном воздухе, что может использоваться для прогнозирования динамики заболеваемости населения.
3. Существующая система мониторинга не дает полной оценки влияния загрязнения воздушного бассейна на здоровье населения г. Чита и не позволяет выявлять локальное загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха.
4. Береза повислая *Betula pendula* Roth. может использоваться как вид-биоиндикатор для оценки качества атмосферного воздуха, в том числе для территорий, где нет стационарных постов наблюдения и выявления локальных загрязнений. Полученное уравнение позволяет рассчитать величину $ИЗА_5$ по величине показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой.
5. Ежегодное экологическое зонирование территории по методу флуктуирующей асимметрии (ФА) с учетом интенсивности движения автомобильного транспорта позволит своевременно разрабатывать природоохранные мероприятия по охране атмосферного воздуха с целью снижения риска для здоровья населения.

Рекомендации:

1. Метод биоиндикации по величине ПФА листовой пластинки березы повислой в системе экологического мониторинга можно использовать для оценки качества атмосферного воздуха, в том числе для выявления локальных загрязнений с целью снижения негативного влияния загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье населения.
2. Экологические карты-схемы, составленные с учетом ПФА и интенсивности транспортной нагрузки, предлагается использовать для разработки мероприятий по регулированию транспортных потоков, которые позволят уменьшить объем выбросов автотранспорта в наиболее экологически неблагополучных районах города.
3. Береза повислая *Betula pendula* Roth., как эффективный биоиндикатор качества атмосферного воздуха может быть использована для озеленения территории города, в том числе определения основных загрязнителей, оказывающих значительное влияние на здоровье населения.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи, опубликованные в рекомендованных ВАК изданиях:

1. Звягинцева О.Ю. Оценка качества атмосферного воздуха по величине флуктуирующей асимметрии Betula pendula Roth / О.Ю. Звягинцева // Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского. Сер. Естественные науки. – 2012. – № 1. С. 87-91.

2. Звягинцева О.Ю. Оценка состояния воздушной среды г. Чита по величине флуктуирующей асимметрии *Betula pendula*. / О.Ю. Звягинцева // Наука и бизнес: пути развития. – М. – 2012. Т. 08.–№ 2. С. 9-12.

3. Звягинцева О.Ю. Оценка качества атмосферного воздуха по величине флуктуирующей асимметрии березы повислой (на примере урбанизированных и ООПТ Восточного Забайкалья) / О.Ю. Звягинцева //Вестник КрасГАУ. – 2012. –№ 7. С. 78-82.

4. Звягинцева О.Ю., Звягинцев В.В. Использование метода биоиндикации в мониторинге городской среды и прогнозировании заболеваемости населения / О.Ю. Звягинцева, В.В. Звягинцев // Перспективы науки – Тамбов. – № 11 (50), – 2013. С. 7-10.

5. Звягинцева О.Ю., Звягинцев В.В. Использование метода биоиндикации в оценке качества атмосферного воздуха и прогнозировании онкопатологий /О.Ю. Звягинцева, В.В. Звягинцев // Вестник ВСГУТУ – № 2. – 2014. С.191-193.

В других изданиях:

6. Звягинцева О.Ю. Использование метода флуктуирующей асимметрии для оценки состояния окружающей среды в условиях Забайкалья / Звягинцев В.В., Турушева Т.В., Звягинцева О.Ю., Горлова М.Ю. // М-лы VII Всероссийской науч.-практ. конф. – Чита. – 2007. С. 82-86.

7. Звягинцева О.Ю. Мониторинг водных объектов методом ФА в условиях Восточного Забайкалья / Звягинцев В.В., Турушева Т.В., Звягинцева О.Ю. // Водные ресурсы и водопользование: сб.науч. тр. Вып. 4. –Чита: ЧитГУ, 2009. – 140 с.

8. Изучение влияния токсичных элементов и веществ на здоровье человека: метод указания / разраб. О.Ю. Звягинцева, В.В. Звягинцев. – Чита: ЧитГУ, 2009. – 26 с.

9. Звягинцева О.Ю. Мониторинг окружающей среды методом флуктуирующей асимметрии в условиях Восточного Забайкалья / О.Ю. Звягинцева, В.В. Звягинцев // Экология и безопасность жизнедеятельности: сб. статей X Международной научно-практ. конф. /МНИЦ ПГСХА. – Пенза: РИОПГСХА, 2010. – 196 с.

10. Звягинцева О.Ю. Оценка состояния экосистем методом флюктуирующей асимметрии в условиях Восточного Забайкалья / В.В. Звягинцев, О.Ю. Звягинцева, А.С. Болдин // Экологосберегающие и ресурсосберегающие технологии и материалы: М-лы Всероссийской молодежной научно-прак. конф. с международным участием – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2011. – 222 с.

11. Звягинцева О.Ю., Звягинцев В.В. Береза повислая *Betula pendula* – как биоиндикатор для оценки качества атмосферного воздуха /О.Ю. Звягинцева, В.В. Звягинцев // Адаптивный подход в использовании земельных и водных ресурсов Азиатской России: материалы Всерос. научно-практ. конф. – Чита: ЧитГУ, 2011. – 135 с.

12. Звягинцева О.Ю. Оценка воздействия строительства многоквартирного дома на окружающую среду методом флуктуирующей асимметрии / В.В. Звягинцев, О.Ю. Звягинцева // Водные ресурсы и водопользование: сб. науч. тр. преподавателей и студентов кафедры водного хозяйства и инженерной экологии ЧитГУ / под ред. В.Н. Заслоновского и Л.Н. Зима – Чита: ЧитГУ, 2011. – Вып. 5. С. 54-58.

13. Звягинцева О.Ю. Использование биоиндикационного метода мониторинга окружающей среды при проведении учебных практик студентов *направления* «Природообустройство и водопользование» / В.В. Звягинцев, О.Ю. Звягинцева // Актуальные проблемы качества образования и пути их решения в контексте европейских и мировых тенденций. сборник материалов II межвузов. научно-метод. конф. (апрель 2011 г). – М.: МГУП, 2011. С. 212-220.

14. Звягинцева О.Ю. Оценка качества земельных и водных ресурсов методом флуктуирующей асимметрии в условиях Восточного Забайкалья / О.Ю. Звягинцева, В.В. Звягинцев // XI Международная научно-практическая конф. «Кулагинские чтения» – Чита: ЗабГУ, 2011.– Ч. 3. 132-134 с.

15. Звягинцева О.Ю. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие / О.Ю. Звягинцева. – Чита: ЗабГУ, 2011. – 142 с. (гриф УМО по образованию в области природообустройства и водопользования).

Звягинцева Ольга Юрьевна

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. ЧИТА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Подписано в печать 21.03.2014г. Бумага офс. №1. Формат 60x84/16.
Уч.-изд. л. 1,2. Тираж 100. Заказ №

Издательство ФГБОУ ВПО «Забайкальский государственный университет»
672039, г.Чита ул. Алекзаводская, 30