

На правах рукописи

Джувеликян Хачик Акопович

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ
ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

03.00.16. – экология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора
биологических наук

Петрозаводск – 2007 г.

Работа выполнена в Воронежском государственном университете.

Научный консультант доктор биологических наук,
 профессор Щеглов Дмитрий Иванович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
 Кислых Евгений Евгеньевич

 доктор биологических наук,
 Кищенко Иван Тарасович

Ведущая организация Воронежский аграрный университет им. К.Д.Глинки

Защита состоится «7» ноября 2007 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном университете по адресу: 185910, РК, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33, ауд. 326 теоретического корпуса.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Петрозаводского государственного университета.

Автореферат разослан «__» _____ 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Крупень И.М.

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Современная экологическая ситуация как в глобальном, так и в региональном масштабах обостряется, и человечество вынуждено искать эффективные меры устойчивого развития биосферы.

Серьезной экологической проблемой за последнее столетие стало интенсивное развитие промышленности и транспортного комплекса, представляющих собой наиболее мощные источники загрязнения биосферы вредными ингредиентами. Вызывает определенное опасение поступление парниковых газов в воздушный бассейн, что в конечном итоге приводит к глобальному потеплению климата, появлению озоновых дыр, загрязнению почв, водоемов, атмосферного воздуха и растительности солями тяжелых металлов, радиоизотопами, канцерогенными веществами.

Действительная обстановка в области природопользования и охраны окружающей среды в России свидетельствует о возникновении реальной экологической, а значит и национальной безопасности страны. Особую тревогу вызывает проблема накопления и захоронения токсичных и радиоактивных отходов. Наибольшую нагрузку всех видов загрязнения испытывают почвы, водоемы и атмосферный воздух, вызывающие заболевания населения, психические расстройства и другие тяжелые последствия

Экологическая ситуация в Центрально-Черноземном регионе (ЦЧР) определяется как местными, так и трансграничными процессами загрязнения. В последние годы в атмосферном воздухе городов и промышленных центров среднегодовые концентрации вредных ингредиентов промышленных выбросов существенно уменьшились, что обусловлено значительным спадом производства, тогда как концентрация оксидов углерода, азота и серы в воздухе выросли в связи с ростом парка автомобилей. На территории ЦЧР ежегодно на 1 км² выпадает 578 кг сернистых соединений, до 170 кг нитратного азота, около 500 кг соединений углекислоты и много других ингредиентов.

Исходя из вышесказанного и учитывая специфические особенности источников загрязнения возникает острая необходимость региональных исследований и объективной оценки степени влияния техногенеза на компоненты биосферы. При этом весьма важным является комплексный подход к изучению всех видов загрязнения и учета степени влияния различных источников загрязнения на функционирование природных и антропогенных ландшафтов.

Цель работы – исследовать характер и масштабы влияния комплекса техногенных факторов на загрязнение, состояние и функционирование компонентов природной среды центральных областей России и определить пути оптимизации экологической обстановки региона. Для достижения этой цели решались следующие задачи:

1. Выявить основные источники загрязнения окружающей среды, определить количественный и качественный состав твердых и газообразных выбросов в атмосферу, а также объемы городских сточных вод очистных сооружений и крупных промышленных объектов.

2. Определить ареалы техногенного загрязнения почвенно-растительного покрова солями тяжелых металлов, канцерогенами и радиоизотопами вдоль основных автомагистралей, вокруг крупных промышленных объектов и отдельных городов.

3. Установить основные закономерности пространственного и внутри-профильного распределения тяжелых металлов (ТМ) и канцерогенов (3,4-Бенз(а)пирен) (БП) в почвенном покрове и растительности естественных и антропогенных ландшафтов.

4. Определить радиоизотопный состав в выбросах крупных предприятий для характеристики промышленных объектов по классу опасности загрязнения.

5. Изучить состав и свойства осадков сточных вод промышленных предприятий и городских очистных сооружений и разработать рекомендации по их утилизации.

6. Составить карту-схему загрязнения г. Воронежа вредными ингредиентами и определить техногенные зоны вокруг крупных предприятий ЦЧР

7. Выявить взаимосвязь между загрязнением окружающей среды и жизнеспособностью населения.

Теоретический вклад и научная новизна:

Разработаны новые методологические и методические подходы к изучению влияния комплекса техногенных факторов на характер и динамику загрязнения компонентов биосферы ЦЧР.

Дана оценка основных источников загрязнения, изучены количественный и качественный состав твердых и газообразных выбросов, а также объемы и биохимический состав осадков сточных вод.

Выявлены природа и особенности формирования ареалов техногенного загрязнения атмосферы, почвы, растительности, водоемов, вокруг крупных техногенных центров региона, городов, крупных промышленных объектов и вдоль основных автомагистралей.

Установлены основные закономерности пространственного распределения ТМ и БП в компонентах естественных и антропогенных ландшафтов.

Изучены особенности геохимической миграции техногенных загрязнений в сопряженном ряду: объект загрязнения – атмосфера – почва – растение – водоем и дана ее количественная оценка.

Впервые определен радиоизотопный состав выбросов крупных промышленных предприятий г. Воронежа и составлена карта-схема его загрязнения вредными ингредиентами. Исследованы состав и свойства осадков сточных вод промышленных предприятий и городских очистных сооружений и разработаны приемы по их утилизации. Проведен анализ и выявлена связь между загрязнением окружающей среды и жизнеспособностью населения.

Защищаемые положения:

На защиту выносятся концепция формирования ареалов техногенного загрязнения природных и антропогенных ландшафтов, базирующаяся на следующих положениях:

1. Пространственное и латеральное распределение вредных ингредиентов, степень их аккумуляции в компонентах ландшафта определяются характером источника загрязнения, зоной его действия и типом ландшафта.
2. Вокруг источника загрязнения формируются соответствующие (локальные) ареалы накопления вредных ингредиентов, геохимия которых определяется рельефом местности, характером растительного покрова и свойствами почв.
3. Степень техногенного загрязнения и формирование аномалий техногенного характера зависит от состава выбросов источника загрязнения.
4. Разработанные приемы утилизации сточных вод промышленных предприятий и городских очистных сооружений способствуют существенному улучшению экологической обстановки городов и промышленных центров.
5. Загрязнение окружающей среды, природных и антропогенных ландшафтов неразрывно связано с жизнеспособностью населения.

Практическое значение результатов исследований:

Выявлены основные источники техногенного загрязнения, дана им качественная и количественная характеристика и степень влияния на природные и антропогенные ландшафты.

Создана база данных, более чем за тридцатилетний период, по содержанию вредных ингредиентов в воздушном бассейне, водоемах и почвенно-растительном покрове в пределах Центральных областей России, которая служит основой разработки и проведения мониторинга и долгосрочного прогнозирования состояния компонентов естественных и антропогенных ландшафтов и разработки комплекса мероприятий по их рациональному использованию и охране.

Разработана технология использования городских и промышленных отходов в качестве органического удобрения в сельскохозяйственном производстве, имеющая важнейшее значение в решении практической проблемы их утилизации.

Результаты исследований используются областными и городскими комитетами по экологии и службами санитарного надзора. Фактический материал и основные теоретические положения работы используются при чтении курсов лекций по экологии и охране природы, фитотоксикологии почв и ландшафтов, техногенному загрязнению почв вредными ингредиентами и др., читаемых на биолого-почвенном факультете ВГУ и заочном финансово-экономическом институте г. Воронежа.

Личный вклад автора.

Автору принадлежит: постановка проблемы, разработка методологии и программы исследований, закладка вегетационных, полевых мелкоделяночных и производственных опытов, отбор и анализ образцов и проб воздуха, воды, почв и растительности на предмет накопления ТМ, БП и радиоизотопов. Проведена систематизация и сравнительная обработка фондовых материалов, статистическая обработка, разработка концептуальных подходов к исследованию и оценке влияния техногенных факторов на объекты биосферы.

В работе использованы материалы, полученные лично автором (80 %), при его активном участии и под его руководством в рамках научно-исследовательских работ Государственного комитета РСФСР по делам науки и высшей школы по следующим проблемам:

- Изучить возможности применения ОСВ городских очистных сооружений в качестве удобрения сельскохозяйственных культур и способы снижения нитратов в овощах при интенсивной технологии. Номер госрегистрации 0187.0078032 (Тема 69/87), 1989 г.

- Разработка мероприятий по сохранению плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции ЦЧО в условиях техногенного загрязнения окружающей среды в рамках КНТП Минвуза РСФСР «Человек и окружающая среда», номер госрегистрации 01890046147, 1990 г.

- Разработка приемов и методов использования сброженных осадков сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений в качестве органического удобрения, номер госрегистрации 8107869 (1993 г.)

По тематике исследования в 1998 году автор награжден дипломом лауреата премии им. А.А. Пятунина по итогам работы в области экологии в Воронежской области и дипломом лауреата премии главы города Воронежа в области охраны окружающей среды «За личный вклад в дело охраны окружающей среды», 2002 г.

Апробация работы.

Результаты исследований были доложены на 3-х научных конференциях Волгоградского СХИ (1974-1977 гг.), на заседании Всесоюзного географического общества (г. Москва, сентябрь 1976), на научных конференциях Воронежского госуниверситета (1976, 1977, 1980, 1985-2006 гг.), на Всесоюзном симпозиуме по проблемам применения физических, химических и биологических методов исследования (г. Ростов-на-Дону, 1976 г.), на заседании Воронежского отделения Всесоюзного общества почвоведов (1977 г.), на Всесоюзном совещании почвоведов-экспертов (г. Горький, 1979 г.), на научных конференциях Воронежского СХИ (1982-1985 гг.), на Всесоюзной конференции «Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы», 1987 г., Научно-практической конференции «Энергоинформационные процессы в природе и обществе», Краснодар, 1990 г., на Международных конференциях «Математика, образование, экология и гендерные проблемы» (г. Воронеж, 1997, 2000, 2003 – 2005 гг.), на Международной конференции «Экология и жизнь-2000» (Великий Новгород, 26-28 ап-

реля 2000 г.), на Европейском конгрессе в ФРГ «Химическая промышленность и экология» (г. Галле, 5-6 февраля 2004 г.).

Публикации.

По результатам исследований опубликовано 82 научные работы, в т.ч. 3 монографии и 15 работ в изданиях, соответствующих списку ВАК. В периодической печати опубликовано более 15 статей по проблеме охраны природы.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 299 страницах машинописного текста, включает 83 таблицы, 27 рисунков, 41 приложение. Работа состоит из введения 8 глав, выводов. Список литературы включает 345 наименований, в т.ч. 19 на иностранном языке.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были естественные, культурные и техногенные ландшафты в различной степени подверженные техногенезу: заповедные участки (Каменная степь, Стрелецкая степь, Ямская степь и др.), территории с/х предприятий, железорудные и другие карьеры, горно-обогатительные, металлургические, химические и др. крупные комбинаты, заводы, крупные промышленные предприятия региона, сточные воды и осадки сточных вод городских очистных сооружений и сахарных заводов, почвы и растительность, твердые и газовые выбросы предприятий и др.

Данные объекты были выбраны с тем условием, что они определяют основную экологическую обстановку в регионе и исследование их влияния на окружающую среду имеет не только экологическое, но и экономико-социальное значение. Для оценки содержания ТМ в почвах естественных ландшафтов послойно отбирались почвенные образцы различных подтипов черноземов до глубины 100-180 см. Вокруг отдельных источников загрязнения закладывались почвенные разрезы до глубины вскрытия материнской породы и послойно отбирались образцы почв на расстоянии 100, 300, 500, 1000, 5000 м от источника загрязнения. Почвенные разрезы закладывались в наиболее типичных местах, что позволило изучить полный профиль почв с вскрытием всех горизонтов до глубины 1,5-2,0 метров. При этом во внимание принималось роза ветров, рельеф местности, растительный покров и другие факторы (ГОСТ 17.4.3.06-86).

Для исследования воздушного бассейна выбирались загрязненные участки городов и контрольные, где практически загрязнение отсутствует. Критерием в выборе точек исследования на загрязнение и загазованность служили: а) для улиц – интенсивность движения автотранспорта, ширина улиц в красных линиях застройки и состояние зеленых насаждений; б) для районов вблизи промышленных предприятий – характер и объем вредных выбросов предприятий.

Исследования состояния воздушного бассейна выполнялись согласно ГОСТ 17.2.6.01.86. Полевые камеральные и аналитические работы по отбору, описанию и анализу почв выполнялись согласно инструкции по обследованию почв (Общесоюзная инструкция, 1973) и общим требованиям по отбору проб при загрязнении (ГОСТ 17.4.3.01-83:СТСЭВ 3847-82). Лабораторные исследования почвенных образцов проводились общепринятыми методами (Аринушкина, 1983). При изучении сточных вод и их осадков придерживались требованиям ГОСТ 17.4.3.05.86 СТСЭВ 5297-85. Контроль за загрязнением почв – по ГОСТ 17.4.3.04.85. Соли тяжелых металлов идентифицировались методом атомной абсорбции на установке Perking Elmer-703 и ААС-3; канцерогены определялись методом скрининга по ранее разработанной методике РД 52.04.186-89 на правах ГОСТ – по квазилинейчатым спектрам люминесценции в замороженных растворах с использованием эффекта Шпольского (1972) в ОНЦ АМН России. Изучение изотопного состава промышленных выбросов проводилось методом нейтронно-активационный анализа (НАА) с помощью Ge-Li детектора на 512-ти канальном анализаторе.

Математическая обработка результатов исследования и построение графиков осуществлялось с помощью стандартных пакетов программ.

2. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЦЧР

Основными источниками загрязнения внешней среды в регионе являются города областного и районного подчинения, промышленные предприятия и автомобильный транспорт, предприятия теплоэнергетического комплекса и др. При этом следует отметить, что как регион, так и каждая конкретная область характеризуется спецификой не только источников, но масштабом и степенью загрязнения природной среды.

Так, по Воронежской области основная доля загрязнений приходится на автомобильный транспорт (более 356,5 тыс. т. в год), а выбросы промышленных предприятий за последние 20 лет снизились со 160 тыс. т. в 1985 году до 56,1 тыс. т. в 2005 году, что обусловлено остановкой производства на многих предприятиях. Среди предприятий области основная масса загрязнителей приходится на ОАО «Минудобрения» г. Россошь, ОАО «Воронежсинтезкаучук», цементные заводы, ТЭЦ, города областного и районного подчинения.

Основная доля загрязнений по Белгородской области приходится на предприятия горнорудной промышленности системы КМА, ОЭМК, предприятия топливно-энергетического комплекса, нефтехимическая промышленность, металлургия, строительный комплекс, ОАО «Старооскольский цементный завод», карьеры по открытой добычи руды и горнообогатительные комбинаты (ГОКи).

В Белгородской области насчитывается 111 крупных промышленных предприятий на которых имеются 5,8 тыс. стационарных источников загрязнения, выбрасывающих около 100 тыс. т. вредных веществ в год и более 287 тыс. единиц автотранспорта, на долю которых приходится пример-

но 168 тыс т. выбросов. В загрязнении воздушного бассейна доминирующее положение занимают ОАО ОЭМК – 35,2 %, ОАО ЛГОК – 21,7 %, ОАО Осколцемент – 9,6 %, ЗАО Белгородцемент – 6,9 %. В настоящее время и на перспективу область ориентирована на развитие горнорудной промышленности и влияние этой отрасли существенно осложняет экологическую ситуацию. Ежегодная добыча более 45 млн. т. руды в системе КМА привело к возникновению выемок глубиной 250-350 м и отвалов высотой до 40-80 м. Общая площадь прямого нарушения земель карьерами и отвалами превысила 60 тыс. га.

В Курской области среди стационарных источников загрязнения также особое место занимают предприятия системы КМА, машиностроения, химической и нефтехимической промышленности. До 75 % выбросов приходится на транспортный комплекс (более 132,5 тыс. т/год) и промышленные предприятия (более 18,5 тыс. т/год). Работами горно-обогатительных комбинатов нарушено 11 тыс. га плодородных земель. Радиационный мониторинг на территории области (здесь расположена Курская АЭС) свидетельствует об отсутствии радиоактивного загрязнения. От специфики работы предприятий г. Курска, его центральная часть загрязнена Ni, Hg, Pb; западная часть - Be, As; южная - Cd, Sb; восточная - W. Вокруг аккумуляторного завода отмечается повышенное загрязнение свинцом.

Среди областей ЦЧР Липецкая область выделяется по развитию черной металлургии, машиностроению, металлообработке, химической промышленности и автотранспорту.

Предприятия данного направления расположены в гг. Липецк, Елец, Данков, Усмань, Грязи. Суммарный выброс промышленного комплекса превышает 406 тыс. т (НЛМК – 360 тыс. т/год) от транспортного комплекса – 231 тыс т/год. В г. Липецке основной загрязнитель – НЛМК = 88 % всех выбросов, в г. Ельце – агрегатный завод, в Данкове – химический завод и животноводческие комплексы. На промплощадках НЛМК складировано более 10 млн. т отходов всех классов опасности. В р. Воронеж НЛМК ежегодно сбрасывает до 60 млн. м³ сточных вод.

По Орловской области ведущую роль в загрязнении играет автотранспорт – 91,5 тыс. т/год и стационарные источники до 17 тыс. т/год. Среди стационарных источников загрязнения 21 % приходится на Должанское управление магистральных газопроводов, 15 % на ТЭЦ-1 г. Орел, 6,5 % на ОАО «Орловский» сталепрокатный завод и др.

По Тамбовской области, как и в других, основная масса вредных выбросов приходится на транспортный комплекс (до 170 тыс. т/год) и стационарные источники (до 25 тыс. т/год). Основные стационарные источники загрязнения – химическая промышленность, текстильная, производство гальванического оборудования, асбестовых и резиновых изделий и др.

3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА, ВОДОЕМОВ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

3.1. Тяжелые металлы в почвах Воронежской области

Аккумуляция и миграция ТМ в почвах естественных ландшафтов определяется типом почвообразования (Виноградов (1953); Адерихин, Протасова (1973, 1978, 1981); Ахтырцев и др. (1999); Протасова, Щербаков (2003); Джувеликян (1996, 1999, 2005); Липатов, Вежливцева (2006)). Добровольский (1997, 2004), Ладонин (2003) утверждают, что $\approx 50\%$ всего количества ТМ, находящихся в твердой фазе почвы связаны с гидроксидами железа. Часть ТМ прочно связана с глинистыми минералами, а обменные формы, связанные как с минералами, так и с органическим веществом, составляют малую часть от общей массы ТМ в профиле почв.

Загрязнение почв ТМ особенно четко проявляется на локальном уровне в радиусе от 1 – 2 до нескольких десятков километров от источника загрязнения. Глазовская (1989, 1994) отмечает, что в почвах действуют механизмы, приводящие к трансформации техногенных потоков ТМ. Одни из них понижают миграционную способность (тяжелый грансостав, нейтральная или слабощелочная среда, высокое содержание гумуса и т.д.) и переводят ТМ в малоподвижные и неподвижные формы, другие условия (легкий грансостав, низкий уровень рН (менее 5), низкое содержание гумуса и т.д.) способствуют мобилизации ТМ, что отрицательно сказывается на экологической обстановке.

Полученные нами данные показывают, что характер вертикального распределения ТМ в почвах естественных и техногенных ландшафтов существенно различается. Для техногенных ландшафтов независимо от типа почвы характерен регрессивно-аккумулятивный тип распределения ТМ, проявляющийся в накоплении металлов в верхнем гумусовом горизонте почвы и резком снижении с глубиной.

Внутрипрофильное распределение ТМ в почвах естественных ландшафтов Воронежской области (Каменная степь), характеризуется увеличением количества ТМ с глубины 50 – 60 и 80 – 90 см (рис. 1). В иллювиальных горизонтах этих почв наблюдается биогеохимическая аккумуляция ТМ. Количество их в этих горизонтах в 1,5 – 2 раза выше, чем в верхнем гумусовом слое. Однако по количественному составу только концентрация Рb и Cd превышают ПДК, тогда как количество остальных элементов находится на уровне фона. Из этого следует, что если почва содержит в гумусовом горизонте меньше элементов-токсикантов, чем в материнской породе, то такую почву можно считать незагрязненной по этому элементу, что вполне согласуется с выводами других авторов (Добровольский, 1999; Мажайский, 2003; Ильин и др., 2003; Пляскина, Ладонин, 2005 и др.).

Анализ профилейного распределения ТМ в почвах естественных ландшафтов Каменной степи показало, что содержание их находится в обратной зависимости от содержания гумуса в профиле почв (Рис. 1).

Коэффициент корреляции колеблется от $(-0,60)$ до $(-0,87)$, что говорит о высокой обратной зависимости между гумусом и ТМ. В пахотных почвах этот критерий снижается относительно некоторых металлов (Pb, Cd, Co, Ni). Результаты физико-химических исследований этих почв свидетельствуют, что реакция почвенного раствора в верхней части профиля нейтральная и имеет тенденцию к подщелачиванию с глубиной, содержание гумуса высокое и среднее в верхних горизонтах и постепенно снижается вниз по профилю. Обеспеченность почв P_2O_5 средняя, K_2O – высокая. Почвы имеют глинистый и тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Сумма фракций менее 0,01 мм с глубиной возрастает. Корреляционная связь между ТМ и механическими фракциями слабо выражена. Определенная зависимость наблюдается между ТМ и фракцией мелкой пыли в почвах, взятых под лесополосой; между крупной пылью и ТМ в почвах косимой залежи и песчаной фракцией на пашне.

Концентрация Zn, Cu, Cr, Co по всему профилю почв находится на уровне фона, хотя прослеживается тенденция их возрастания с глубины 90 – 100 см. Содержание Pb, Cd, Ni в верхней части профиля находится на уровне фона, а с глубины 90 – 100 см возрастает с превышением ПДК, достигая максимального значения в материнской породе.

На незагрязненных ландшафтах почвы, сформировавшиеся на лессовидных суглинках, наследуют особенности элементного состава материнской породы.

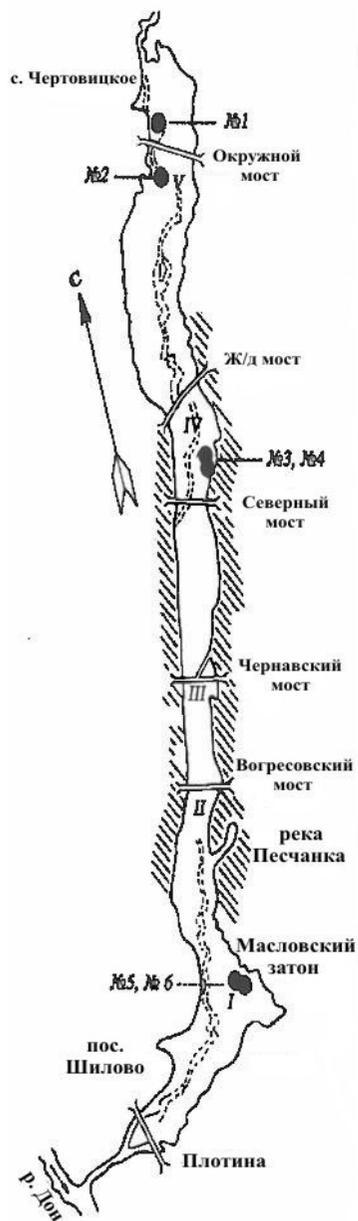
Анализируя вышеизложенное можно заключить, что содержание большинства ТМ (Zn, Pb, Cu, Cd, Co, Cr, Ni) в почвообразующих породах (лессовидные глины и суглинки) Воронежской области более высокое, чем в верхней части гумусового профиля. Распределение их тесно связано с минералогическим составом. Почвообразующие породы являются источниками ТМ и в значительной мере обуславливают их содержание в почвах.

Между растворимыми формами ТМ и гумусом наблюдается обратная корреляционная связь.

В гумусовом горизонте исследованных черноземов содержание ТМ не превышает допустимые нормы и находится на уровне фона, вследствие чего такие почвы можно считать незагрязненными ТМ.

3.2. Тяжелые металлы и нефтепродукты в донных отложениях Воронежского водохранилища и их влияние на гидробиологический режим

Воронежское водохранилище создано в 1972г. в нижнем течении реки Воронеж – типичной средней реки лесостепной зоны. Более трети акватории водоема расположено в границах г. Воронежа – крупного промышленного центра ЦЧР. Длина водохранилища – 35 км, ширина – 2 км. По морфометрическим параметрам оно относится к классу средних искусственных водоемов, по средним глубинам – к неглубоким (Мишон (1996); Курдов (1998)). В шести местах водохранилище перегорожено дамбами и мостовыми переходами, что оказывает существенное влияние на гидробиологический и гидрологический режимы. Зона мелководий (до 2 м) составляет 19,7 км² или 33 % площади водохранилища, переходная зона средних глубин (2 – 5 м) занимает 30 км² или 50 % площади и глубоководная зона (свыше 5 м) занимает 10,2 км² или 17 % – в основном сосредоточена в приплотинной части (Рис. 2).



Место отбора образца	№ п/п	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Cr	Fe	Нефтепродукты, мг/кг
Верхняя зона, район Зона северного моста (правый берег)	1	3,0 ± 0,63	0,4 ± 0,12	7,9 ± 2,8	3,7 ± 1,04	32,6 ± 11,8	1,1 ± 0,17	1091,0 ± 349,1	60,0 ± 18,0
	2	11,0 ± 2,31	0,4 ± 0,12	12,4 ± 4,5	2,1 ± 0,6	53,3 ± 18,12	< 0,2	619,0 ± 198,1	66,6 ± 19,48

Рис. 2. ТМ и нефтепродукты в донных отложениях Воронежского водохранилища

Место отбора образца	№ п/п	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Cr	Fe	Нефтепродукты, мг/кг
Средняя зона, центральный участок между Северным мос-	3	37,0 ± 7,77	2,0 ± 0,6	55,9 ± 20,12	16,6 ± 4,65	341,9 ± 64,7	< 2	1452,0±464,0	540,0 ± 162,0
Место отбора образца	№ п/п	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Cr	Fe	Нефтепродукты, мг/кг
Нижняя зона, 80 м ниже стока ОС, южнее Вогрэсовского моста (левый берег)	5	248,0 ± 52,1	29,0 ± 8,82	925,0±166,5	391,0±53,3	317,0±50,72	120,9±18,14	1538,0±492,2	2700,0±810,0
	6	326,0 ± 68,5	45,0 ± 13,7	1286,0±381,2	665,0 ± 93,1	766,0±122,6	301,4±45,2	1597,0±511,0	8333,3±2500,0

В водоохранной зоне водоема расположено 8 городских водозаборных станций. Основными предприятиями, использующими техническую воду являются ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук», «Воронежшина», ОАО «ВАСО» и др., которые ежегодно из водохранилища забирают до 90 млн. м³ воды. Ежегодно в водоем сбрасывается свыше 500 тыс. м³ стоков, из которых более половины являются загрязненными. Ежегодный объем сброшенных сточных вод в последние годы составляет 150 – 170 млн. м³. Валовый сброс в водоем загрязняющих веществ составляет по общему азоту 60 – 110 тыс. т, фосфатам – 130 – 170 тыс. т, нефтепродуктам – до 40 т, железу – до 26 т, по СПАВ – до 57 т, по Zn и Cr до 1,5 т в год (Тулакин и др., 2003). Донные отложения водохранилища аккумулируют поллютанты как приносимые в верховье из р. Воронеж, так и поступающие через конусы выноса ливневых систем, промышленных и хозяйственных стоков города. Ранее отмечалось (Жердев и др., 2003; Чубирко и др., 2003; Смирнова и др., 2001) наличие в донных отложениях крайне высоких концентраций Fe и Mn. Если в воде превышение ПДК по основным ингредиентам составляло 1,5 – 3 раза, то в донных отложениях – до 20 ПДК. В донных отложениях северной части водоема содержание Mn и Fe превышало их содержание в воде на 4 порядка, Cu – 2 – 3 порядка, Cr⁶⁺ на 3 – 5 порядка.

Наши исследования донных отложений водохранилища свидетельствуют о постепенном возрастании от верховья вниз по течению концентрации Cu и Cr – на два порядка, Mn – в 6 – 24 раза, Fe – 1,4 – 2,6 раза, нефтепродуктов на два порядка (8,3 г/кг). Порядок величин концентрации ТМ в водах р. Дон и р. Тихая Сосна совпадает с таковыми для верховья водохранилища, на основании чего показатели, характерные для верховья, можно считать фоновыми для нашего региона. Отмечено относительно благополучное развитие донной фауны в верховье с высокими показателями обилия и видового, информационного, трофического разнообразия, их изменение в средней зоне и деградация бентосных сообществ в зоне сильного локального нефтяного и химического загрязнения, совмещенного с термофикацией в районе сброса левобережных очистных сооружений. Основными техногенными источниками химических загрязнений воды водохранилища и донных отложений являются промышленные предприятия, ливнестоки, котельные, канализационно-насосные станции и неэффективная работа очистных сооружений. Причины накопления вредных ингредиентов в донных отложениях заключаются в отсутствии промывного режима иловых отложений и абсолютной неэффективности природоохранных мероприятий.

Наши исследования почвенного покрова и водоемов (режимные наблюдения проводились последние 5 лет), а также участка лесного массива, расположенного в 30 км северо-восточнее г. Воронежа на берегу р. Усманка (комплекс ВГУ «Веневитиново») свидетельствуют, что как в питьевой, так и в речной воде концентрация вредных ингредиентов (более 30 показателей) не превышают нормы ПДК, за исключением бора (превышение ПДК в 7,2 раза и фтора в 1,6–1,7 раза). В виду того, что основными антропогенными источниками поступления бора и фтора в окружающую среду могут быть сточные воды металлургии, машиностроения, текстильного, керамического, стекольного, кожевенного производства, также бытовые сточные воды, и учитывая, что вышеперечисленные источники локального загрязнения в конкретном случае отсутствуют, можно с определенной достоверностью утверждать, что относительно повышенное со-

держание бора и фтора в питьевой воде имеет естественное происхождение, на что указывают отдельные исследования (Вредные химические вещества, 1988)

4. АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БИОСФЕРЫ

4.1. Автомобильный транспорт как основной источник загрязнения

В последние годы проблема загрязнения внешней среды выбросами автотранспорта принимает угрожающий характер (Никифорова, 1976, 1983; Джувеликян, 1980, 1996, 1999; Скворцов, 2000; Подольский и др., 1999). Среди токсичных выбросов приоритетными загрязнителями считаются ТМ, канцерогены и отработанные газы двигателей внутреннего сгорания, где содержатся более 170 токсичных ингредиентов, из которых 160 – производные углеводороды от неполного сгорания топлива. Наши исследования проводились на основных улицах г. Воронежа и автомагистралях федерального назначения Воронеж – Москва, Воронеж – Ростов и др.

С целью определения уровня загрязнения и загазованности воздуха и почвы вдоль автодорог г. Воронежа нами были обследованы многие транспортные потоки в период с 1976 по 1980 гг. и с 1999 по 2005 гг.

Таблица 2

Интенсивность движения транспортного потока на основных улицах г. Воронежа и загрязнение атмосферы

Наименование улиц	Кол-во автомашин в двух направлениях в часы пик (за 1 час)		Выбросы автомашин за 1 час на 1 км пути за 2005 г. (в кг)					
	1975 г.	2005 г.	СО	Углеводороды	Оксиды азота	Сажа	SO ₂	Pb
Проспект Революции	2500-3000	7000-8000	175,0-200,0	14,0-16,0	9,9-11,2	4,0-6,0	2,0-3,0	0,3
Московский проспект – Плехановская	2000-2800	7500-8500	187,5-212,0	14,2-15,1	10,5-11,9	4,2-6,6	1,1-1,5	0,3
20 лет Октября	2000-2500	7000-8000	175,0-200,0	14,0-16,0	9,9-11,2	4,0-6,0	2,0-3,0	0,3
ул. Степана Разина	2000-2500	7500-8500	187,5-212,0	14,2-15,1	10,5-11,9	4,2-6,6	1,1-1,5	0,4
Часть Ленинского проспекта и ул. Димитрова	1500-2000	7500-8500	187,5-212,0	14,2-15,1	10,5-11,9	4,2-6,6	1,1-1,5	0,4
ул. Транспортная	800-1500	7000-7500	175,0-187,5	14,0-14,2	9,9-10,5	4,0-6,0	2,0-3,0	0,3
ул. 9-го Января	1000-2000	6000-7000	150,0-175,0	12,0-14,0	9,0-9,9	2,6-3,0	1,3-1,8	0,2
ул. Матросова	1500-2500	6000-7000	150,0-175,0	12,0-14,0	9,0-10,0	4,4-6,6	2,0-3,0	0,3
ул. Ворошилова	800-1500	6000-7000	150,0-175,0	12,0-14,0	9,0-9,9	2,6-3,0	1,3-1,8	0,2
ул. Острогжская	1500-2000	6000-7000	150,0-175,0	12,0-14,0	9,0-9,9	2,6-3,0	1,6-1,8	0,25

Исследования показали (табл. 2), что улицы с интенсивным потоком машин (7000–8000 единиц в час) наиболее сильно загрязнены выбросами автотранспорта. Изучение вредных ингредиентов в атмосферном воздухе у перекрестков и вдоль дорог с интенсивным автопотоком свидетельствует о их повышенном содержании в воздухе. Средние многолетние концентрации этих показателей превышают допустимые санитарные нормы и несут угрозу здоровью населения. Из таблицы 2 следует, что на каждом километре пути ежедневно (в часы пик) в атмосферу попадают сотни килограмм СО, десятки килограмм углеводородов, NO₂, SO₂ и тд. Вдоль этих лиц и у перекрестков в почвах и снеговом покрове содержание ТМ и БП превышает фон и ПДК.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в современных условиях в крупных городах основным источником загрязнения воздушного бассейна является автомобильный транспорт, на долю которого приходится более 80% всех выбросов. Проблема с выхлопными газами автотранспорта – серьезная социальная задача решить которую довольно сложно. Большое значение в очистке воздуха от выбросов автотранспорта и предприятий играют зеленые насаждения. Устойчивые виды растений способны накапливать и обезвреживать значительные количества различных веществ - токсикантов. По мнению специалистов 1 га зеленых насаждений способен поглотить за вегетационный период до 400 кг SO₂, 40 кг F, 180 кг NO_x, 100 кг Cl и др. Исходя из этого можно планировать санитарно-защитные зоны вокруг предприятий и вдоль автодорог.

Кроме того, для снижения вредных автомобильных выбросов необходим неэтилированный бензин, катализаторы дожигатели отработанных газов, хорошие дороги, высокая скорость движения и усовершенствованный двигатель.

4.2. Загрязнение почвенно-растительного покрова вдоль автомагистралей

Определение ТМ в почве и растительности проводили на территориях, расположенных вдоль автострад Москва–Воронеж, Воронеж–Саратов, Воронеж–Ростов. При этом учитывали роль защитных насаждений в распространении ТМ, зависимость содержания их от гранулометрического состава почв и рельефа местности. Контролем служили участки полей, удаленные от автострады более чем на 300 м.

Результаты исследований (табл. 3 и 4) показали, что накопление ТМ растительностью и почвой в значительной степени зависит от рельефа местности, направления ветра и количества транспортного потока, скорости движения, типа машин, удаленности от дороги и наличия защитных насаждений вдоль автомагистралей.

Полученные данные (табл. 3) показывают, что растительность придорожной полосы шириной до 10 м подвержена сильному загрязнению поскольку в образцах обнаружена повышенная концентрация ТМ. Среди культурной растительности в значительно большей степени ТМ накапливаются в биомассе подсолнечника, люцерны, многолетних трав, меньше – в злаках и кукурузе. Наибольшее количество ТМ обнаружено в опаде лесополос и разнотравье между дорогой и лесополосой.

Таблица 3

Накопление ТМ в растительных образцах вдоль автодорог, мг/кг

Расстояние от полотна дороги, м	К-во образцов	Cu	Zn	Mn	Pb	Cd	Co	Mo	Cr	Fe
5 – 15	7	<u>2,8–7,6</u> 5,5	<u>22,2–30,1</u> 26,4	<u>48,6–200</u> 104,1	<u>2,8–12,0</u> 7,6	<u>0,3–0,9</u> 0,4	<u>0,0–6,0</u> 2,1	<u>2,4–12,5</u> 10,4	<u>0,0–1,4</u> 0,5	<u>173–1213</u> 675,5
50 – 75	12	<u>2,1–8,7</u> 4,7	<u>16,1–28,4</u> 24,9	<u>11,5–224,4</u> 71,5	<u>1,3–7,6</u> 2,8	<u>0,07–0,48</u> 0,28	<u>0,0–8,7</u> 2,6	<u>1,8–10,6</u> 8,1	<u>0,0–1,1</u> 0,5	<u>54–1217</u> 310,1
>100 – 150	13	<u>1,9–6,9</u> 5,2	<u>15,3–27,1</u> 23,9	<u>12,0–125,1</u> 83,6	<u>1,5–3,1</u> 2,6	<u>0,0–0,3</u> 0,26	<u>0,0–3,5</u> 2,6	<u>0,0–18,2</u> 7,2	<u>0,0–1,0</u> 0,4	<u>38–1365</u> 481,1

Таблица 4

Содержание подвижных форм ТМ в почвах вдоль автодорог, мг/кг

Расстояние от полотна дороги, м	К-во образцов	Cu	Zn	Mn	Pb	Cd	Co	Mo	Cr	Fe
5 – 15	27	<u>0,6–1,2</u> 0,9	<u>19–11,1</u> 4,7	<u>5,1–62,5</u> 18,0	<u>4,3–11,6</u> 6,3	<u>0,33–0,9</u> 0,41	<u>0,5–10,1</u> 1,4	<u>1,8–7,1</u> 4,2	<u>0,4–1,7</u> 0,8	<u>0,9–23,5</u> 8,1
50 – 75	39	<u>0,1–0,9</u> 0,6	<u>2,2–6,3</u> 3,3	<u>1,9–418,5</u> 17,6	<u>1,7–8,5</u> 4,8	<u>0,18–0,5</u> 0,35	<u>0,5–3,1</u> 1,31	<u>1,8–6,6</u> 4,2	<u>0,2–1,0</u> 0,6	<u>4,0–27,3</u> 7,7
>100 – 150	39	<u>0,4–0,8</u> 0,6	<u>1,9–15,2</u> 3,3	<u>3,6–55,9</u> 15,3	<u>1,6–8,5</u> 3,4	<u>0,16–0,5</u> 0,26	<u>0,4–2,8</u> 1,2	<u>0,5–3,8</u> 3,0	<u>0,2–0,9</u> 0,5	<u>5,0–30,1</u> 6,5
ПДК		3	23	1500	6,0	0,5	5,0	5,0	6,0	-

Примечание. В числителе – минимальное и максимальное содержание ТМ, в знаменателе – среднее содержание ТМ

В связи с этим целесообразно на участках вдоль автодорог, незащищенных лесополосами, высевать злаки, а не кормовые культуры, а также не рекомендуется выпас скота и покос сена на корм. В загрязненных зонах полевых ландшафтов следует выращивать семенники кормовых и технических культур и запретить сбор плодов, грибов, ягод в лесных ландшафтах.

Результаты исследования почвенного покрова показали (табл. 4), что основная масса ТМ оседает в придорожной полосе на удалении 10 – 20 м, где обнаружено превышение ПДК по Pb в 1,5 раза в верхнем 0–30–сантиметровом слое почв. Особо заметное накопление ТМ наблюдается на участках с пониженным рельефом. На расстоянии до 100 м от трассы содержание в почве Zn, Mn, Fe, Pb, Cd, Co, Mo и Cr в депрессиях рельефа оставалось повышенным по сравнению с ровными участками. Очевидно, накопление ТМ в отрицательных элементах рельефа вызвано стоком пылевых частиц с полотна дороги с талыми и дождевыми водами.

В целом, полученные данные позволяют утверждать, что основная масса выбросов автотранспорта оседает в непосредственной близости от автодорог, причем зона наибольшего загрязнения ТМ и канцерогенами занимает полосу шириной до 10-20 м.

Лесополосы вдоль автодорог служат барьером на пути распространения вредных выбросов. На незащищенных лесополосами участках (75–100 м) отмечается повышенное содержание ТМ по сравнению с фоном.

Для эффективного снижения вредных выбросов автотранспорта целесообразно рекомендовать примагистральные посадки деревьев с густыми кронами и кустарники. Конструкция лесных полос должна быть ажурно-плотной, породный состав – смешанным (Павловский, 1990). Установлено, что двухрядная посадка деревьев с кустарником высотой 1,5 м может снизить концентрацию свинца на 65%.

4.3. Загрязнение городских почв вредными ингредиентами

О необходимости поддерживать городские почвы чистыми писал еще А.П. Доброславин (1878), который указывал, что в различных городах люди заболевают различными болезнями и причины тому разные, но в большинстве случаев они зависят от земли, на которой они живут. Такое заключение правомерно и в наши дни.

Данные показывают (табл. 5), что в почвах и снеговом покрове вдоль магистральных улиц содержание солей ТМ и канцерогенов в отдельных случаях превышает допустимые нормы. Из всех обследованных городских почв (табл. 5), в 45 образцах обнаружено превышение ПДК по ТМ. В 22 образцах почв обнаружено превышение ПДК до 5 раз по хрому, до 2 раз по цинку. По остальным тяжелым металлам превышение ПДК незначительное. Наиболее высокие концентрации ТМ в почвах отмечены в местах высокой транспортной нагрузки у светофоров, перекрестках дорог, на подъемах и др.

Установлено, что вблизи автомагистралей задерживается и включается в природный геохимический цикл до 50% свинца, выбрасываемого автотранспортом, из которых 70–80% оседает на поверхность растений и только 20–30% поступает в их ткани.

Таблица 5

Подвижные формы солей ТМ и БП в почвах г. Воронежа

Элемент	Всего исслед. образцов почв	ПДК в почве, мг/кг	Содержание элемента в слое 0-5 см, мг/кг			Кол-во образцов с превыш. ПДК	Всего исслед. образцов почв	Содержание элемента в слое 0-5 см, мг/кг			Кол-во образцов с превыш. ПДК
			min	max	ср.			min	max	ср.	
<i>Левый берег</i>						<i>Правый берег</i>					
Pb	36	6	1,3	6,8	4,1	2	52	2,7	6,8	3,5	3
Cr	34	6	0,8	39,3	4,3	10	57	0,3	26,3	1,4	12
Ni	35	4	0,8	7,5	3,3	2	52	0,99	6,1	3,5	3
Cu	32	3	0,05	1,2	0,3	Нет	52	0,05	0,6	0,35	Нет
Co	35	5	0,1	6,0	2,9	2	52	2,0	6,0	3,0	3
Zn	34	23	2,7	46,7	3,5	2	52	2,4	43,2	5,4	4
Cd	34	0,1-0,5	0,09	3,0	0,85	Нет	52	0,1	25,0	0,8	2
Mn	35	700-1500	3,6	30,6	-	Нет	52	11,0	149,7	-	Нет
<i>В целом по городу (мкг/кг)</i>											
БП	89	20	0,9	182,3	26,0	38					
БП (в почвах школ)	10	20	3,6	60,0	29,6	8					
БП (в почвах детских садов)	9	20	1,3	152,2	50,0	5					

Анализ полученных результатов (табл. 5) свидетельствует, что на отдельных локальных участках городских почв обнаружено повышенное содержание Zn, Cd, Pb, Ni, Cr, и Co в сравнении с фоном. Строгой закономерности в распределении ТМ по профилю не наблюдается, хотя прослеживается тенденция накопления их в верхних слоях почв.

Из данных таблицы 5 видно, что в почвах города не происходит накопление Cu и Mn, а концентрация Cr превышает ПДК в 22 образцах из 91. В отдельных почвах города идет постепенное накопление Pb, Ni, Co. Во всех образцах содержание Cd выше фона и ПДК.

Анализируя многолетние исследования почв г. Воронежа (Х.А. Джувеликян, 1996, 1999, 2003, 2004, 2006), можно констатировать, что накопление ТМ происходит в почвах, залегающих вокруг отдельных стационарных источников загрязнения у перекрестков и вдоль автодорог.

4.4. Техногенное загрязнение внешней среды и накопление канцерогенов в почвенном покрове

В крупных городах с развитыми промышленностью и автотранспортом в результате дымовых выбросов фабрик и заводов, а также выхлопных газов автотранспорта в окружающую среду поступает до 15 ПАУ (полициклические ароматические углеводороды), в частности БП (3,4 – бенз(а)пирен).

В атмосфере города находятся сотни тонн пылевых загрязнений. Учитывая при этом концентрацию ПАУ в загрязнениях атмосферного воздуха, можно предположить, что на почвы города в течение года оседает несколько десятков килограммов различных канцерогенных углеводородов.

Результаты определения БП в снеговом покрове г. Воронежа показывают (табл.6), что максимальная его концентрация (1450 мкг/кг снежной пыли) отмечается на крупных автомобильных развязках, характеризующимися высокой интенсивностью движения автотранспорта, небольшой скоростью, частыми перегазовками и остановками. В таких условиях наблюдается максимальный выброс с выхлопными газами как оксида углерода, так и БП. Значительное содержание БП (157,3 мкг/кг пыли) обнаруживается вокруг автозаправочных станций, где высокие интенсивность и скорость движения автотранспорта (до 5500 машин в час в двух направлениях).

Таблица 6

Статистические показатели содержания БП в снежном покрове вдоль автодорог г. Воронежа в мкг/кг

Место отбора снеговых проб	M	m	Δ
Подъем по ул. Степана Разина	1450,0	17,0	47,3
АЗС на Задонском шоссе (бордюр)	157,3	1,8	5,0
АЗС по ул. Урицкого (50 м от дороги)	33,9	0,4	1,1
50 м от Задонского шоссе	27,7	0,8	2,2
20 м от ул. Ленинградской	27,7	0,6	1,7
50 м от Задонского шоссе	27,3	0,6	1,7
10 м от проспекта Труда	24,0	0,9	2,5
В бывшем Брикмановском парке (25 м от дороги)	13,7	1,9	5,3
В Ботаническом саду ВГУ	8,2	1,9	5,3

В остальных образцах содержание БП ниже, причем самая низкая концентрация обнаружена в образцах из Ботанического сада ВГУ (8,2 мкг/кг пыли). Результаты свидетельствуют о прямой зависимости загрязнения БП снегового покрова и почвы от интенсивности движения автотранспорта и влияния предприятий. В верхних горизонтах почв вокруг ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, Вагоностроительного завода им. Тельмана, АООТ «Авиастроительного предприятия» (ВАСО), ОАО «Синтезкаучук» концентрация БП достигает соответственно: 182,3; 135,4; 110,0; 58,0; 48,0 мкг/кг почвы, что превышает ПДК (20 мкг/кг). Сравнительно высокая концентрация БП в почвах объясняется характером (технологией) работы предприятия. Во всех исследованных почвах (более 200) содержание БП превышает фон, а в местах высокого загрязнения и ПДК. Особо тревожная ситуация сложилась в почвах, взятых у перекрестков, участков детских садов, школьных участков.

Из 10 почвенных образцов взятых с 10 школьных участков в 8 случаях концентрация превышает ПДК до 3 раз, а в 5 детских садах из 9 – до 7 ПДК. Как правило, в замкнутых пространствах, где слабое проветривание, интенсивный поток транспортных средств, содержание БП в почвах выше, чем на открытой местности.

Участки, наиболее подверженные загрязнению солями ТМ и БП, как правило и наиболее загазованы оксидами серы и азота, окисью углерода, пылью и др.

Онкологи утверждают, что на участках почв, где концентрация БП превышает норму, подавлена деятельность большинства микроорганизмов, и в таких условиях создается благоприятная среда для развития кишечной палочки. Вероятно, не случайными являются частые кишечные заболевания в детских садах.

4.5. Влияние техногенного загрязнения на зеленые насаждения

Зеленые насаждения в городах – неотъемлемая часть городской среды. Являясь важнейшим компонентом структуры ландшафта города, они формируют экологическую среду, благоприятно влияют на микроклимат, гигиенические условия, морально-психологическое состояние горожан и т.д.

Результаты, приведенные в табл. 7, показывают, что продуктивность фотосинтеза существенно изменяется в зависимости от степени загрязнения листьев. Так, у растений, листья которых были очищены от пыли и сажи (промыты водой) продуктивность фотосинтеза составила 4,155 – 5,132 г/м², а у деревьев, листья которых не были подвержены предварительной очистке и промывке эта величина варьировала от 3,022 до 4,1154 г/м² листовой поверхности. Данные показывают, что чем выше загрязнение атмосферного воздуха (вокруг предприятий), тем ниже продуктивность. В условиях сильного загрязнения на листовую поверхность оседает большое количество твердых примесей. В условиях максимального загрязнения (вблизи предприятий) на 1 м² листовой поверхности оседает за сутки от 95 до 129 мг твердых примесей, которые со временем смываются дождями на поверхность почв. Некоторые деревья задерживают от 21 до 86% пыли.

Для выявления влияния твердых частиц на микроэлементный состав листьев различных древесных пород нами были отобраны образцы листьев с деревьев, которые произрастают на различных расстояниях от источников загрязнения окружающей среды. Листья с данных деревьев очистке не подвергались. В качестве контроля использовали аналогичные деревья, растущие на территории ботанического сада ВГУ и Шипова леса. Результаты спектрального анализа свидетельствуют, что в листьях, отобранных в зоне действия некоторых предприятий, содержание химических элементов намного превышает контрольные величины. В частности, в листьях, произрастающих на деревьях возле УАО "Воронежпресс", ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, содержание Fe, Al, Mn, Ti и других элементов на 1–2 порядка выше, чем в контрольных образцах. Высокое содержание Mn (1859 мг/кг сухого вещества), Fe (1477,3 мг), Ba (38,9 мг), Al (3895,5 мг) и других макро- и микроэлементов в листьях растений, расположенных в зоне влияния предприятия, объясняется тем, что в процессе производства этого предприятия используются высокомарганцовистые стали и ряд других металлов с большим содержанием в них перечисленных микроэлементов.

Расчет накопления сухого вещества листьями тополя пирамидального

Вариант	Площадь листьев, см ²		Масса листьев, г		Масса черенков фактич., г	Привес черенков после опыта, г	Масса черенков после приведенных к контролю, г	Масса черенков и листьев, приведенных к контролю, г	Накопление сырого вещества за 3 суток, г	Продуктивность фотосинтеза г/м ² за сутки
	фактич.	приведен к контролю	фактич.	приведен к контролю						
<i>УАО «Воронежпресс»</i>										
I	1759,8	1487,5	14,8178	13,3702	3,5976	0,5232	3,5166	16,8868	1,9512	4,3724
II	1504,4	1487,5	13,1910	13,0436	3,3436	0,2686	3,340	16,3836	1,448	3,2450
III	1487,5	1487,5	11,8612	11,8612	3,0744	–	3,0744	14,9356	–	–
<i>АООТ «Воронежшина»</i>										
I	2550,8	2749,4	17,3932	18,7474	5,0746	1,0026	5,1526	23,900	3,4273	4,1550
II	3076,2	2749,4	20,3097	18,152	4,901	0,828	4,813	22,965	3,4923	3,0220
III	2749,4	2749,4	16,3997	16,3997	4,073	–	4,073	20,4727	–	–
<i>Московский проспект</i>										
I	2483,1	2845,4	20,738	23,769	6,336	0,120	6,353	30,116	4,381	5,132
II	2442,1	2845,4	19,2068	22,377	6,778	0,562	6,871	29,248	3,513	4,1154
III	2845,4	2845,4	19,519	19,519	6,216	–	6,216	25,735	–	–

Примечание. Вариант I – побеги окольцованные, промытые, после 3 дней опыта; вариант II – побеги окольцованные, непромытые, после 3 дней опыта; вариант III – побеги (контроль) до опыта.

В листьях, отобранных в зоне действия некоторых предприятий, содержание химических элементов намного превышает контрольные величины. Повсеместно на территории города и вблизи предприятий и автомагистралей обнаружены увядшие, засохшие, скрученные, с болезненными пятнами листья. В условиях высокого загрязнения деревья гораздо раньше теряют листья, чаще высыхают и погибают, чем в контрольных точках. При этом особенно страдают растения хвойных пород.

В целом все виды выбросов в атмосферу отрицательно воздействуют на рост и развитие растений, в результате чего продолжительность их жизни намного короче, чем произрастающих вне города. В то же время растения своей листовой поверхностью удерживают и поглощают ряд вредных веществ, выделяют в атмосферу фотосинтетический кислород, тем самым создают благоприятный микроклимат. Увеличение площади посадок хвойных деревьев будет способствовать поддержанию микроклимата в течение всего года, а применение в летнее время поливочных “душей” поможет деревьям лучше выполнять свои функции и продлит срок их жизни.

4.6. Радиоизотопный состав промышленных выбросов г. Воронежа

Используя метод НАА, ряд авторов (Яно, 1970; Dams, 1970; Tetsuo Mamiro и др., 1970) обнаружили в аэрозолях крупных промышленных городов свыше 30 радиоизотопов большинства химических элементов. Авторы отмечают, что по изотопному составу аэрозолей можно определить основные источники их выбросов.

Проведенные исследования аэрозолей отдельных предприятий г. Воронежа методом НАА, позволили выделить 30 изотопа следующих элементов: Na^{24} , K^{40} , K^{42} , So^{46} , Cr^{51} , Mn^{56} , Mn^{54} , Fe^{59} , Co^{60} , Zn^{65} , As^{76} , Br^{82} , Rb^{86} , Ag^{110} , In^{114} , Sb^{122} , Sb^{124} , Te^{123} , Sn^{125} , Ba^{131} , Cs^{134} , La^{140} , Ce^{141} , Sm^{153} , Lu^{177} , Hf^{181} , Ta^{182} , W^{187} , Hg^{203} и Pa^{233} (табл.8).

Из таблиц 8 и 9 видно, что из общего числа аэрозолей, выбрасываемых на заводе Кузнечно-прессового оборудования им. М.И. Калинина, резко выделяются такие радиоизотопы как Mn^{56} , Fe^{59} , In^{114} , Te^{123} и Ta^{132} , что характерно для заводов, в большом количестве использующих марганцовистые стали. Для аэрозолей ТЭЦ-2 характерно повышенное содержание большого числа элементов, что, по-видимому, связано с обогащением микроэлементами выбросов в процессе сжигания топлива. Для данного предприятия характерными признаками являются наличие в его аэрозолях Se^{75} , As^{76} и W^{187} , отсутствующих в выбросах остальных предприятий, а также Rb^{86} , Lu^{177} . Для аэрозолей завода электровакуумных приборов характерно резко повышенное содержание Na^{24} , Sb^{122} , Sb^{124} и Ba^{131} . К тому же в аэрозолях данного предприятия обнаруживается Sn^{125} , наличие которого во всех других образцах не обнаружено.

Аэрозоли Шинного завода характеризуются значительным содержанием радиоизотопов цинка (Zn^{69}), в то время как содержание остальных – невелико. Наличие большого количества цинка связано со значительным использованием его окиси в процессе производства резины.

Радиоизотопный состав аэрозолей некоторых предприятий г. Воронежа

№ п/п	Радиоизотоп	Энергия	Завод Кузнечно-прессового оборудования	Завод керамических изделий	Асфальто-бетонный завод	ТЭЦ-2	Завод электровакуумных приборов	Шинный завод	Естественная аэрозоль
1	Na ²⁴	1368,5	2,4±0,08*	11,6±0,2	2,35±0,08	8,7±0,2	52,2±0,5	2,85±0,06	4,34±0,06
2.	K ⁴²	1524,2	–	0,39±0,07	0,17±0,04	0,50±0,09	–	0,044±0,003	0,234±0,031
3.	Se ⁴⁶	889,3	(5,6±0,1)·10 ⁻³	(17,9±0,2)·10 ⁻³	–	(23,8±0,2)·10 ⁻³	(0,036±0,02)·10 ⁻⁴	(2,5±0,2)·10 ⁻³	(15,0±4,1)·10 ⁻³
4.	Ca ⁴⁷	1297,0	–	–	–	–	–	(2,8±0,4)·10 ⁻¹	(15,0±4,1)·10 ⁻³
5.	Cr ⁵¹	320,1	(1,16±0,02)·10 ⁻³	(0,72±0,02)·10 ⁻³	(0,74±0,01)·10 ⁻³	(3,6±0,2)·10 ⁻³	–	–	(2,3±1,5)·10 ⁻³
6.	Mn ⁵⁶	846,8	41±0,5	5,3±0,7	6,4±0,4	13,6±0,7	5,2±2,4	3,2±0,3	7,85±0,31
7.	Fe ⁵⁹	1099,3	(16,2±0,2)·10 ⁻³	(2,47±0,08)·10 ⁻³	(9,2±0,5)·10 ⁻⁴	(7,5±0,1)·10 ⁻³	(5,0±1)·10 ⁻⁴	–	(0,15±0,05)·10 ⁻³
8.	Co ⁶⁰	1173,2	(2,5±0,1)·10 ⁻⁴	(5,2±0,3)·10 ⁻⁴	–	(11,2±0,5)·10 ⁻⁴	(22,0±0,1)·10 ⁻⁴	–	–
9.	Zn ⁶⁵	438,8	0,06±0,02	–	0,12±0,04	0,23±0,02	–	1,1±0,1	–
10.	Se ⁷⁵	264,7	–	–	–	(2,4±0,9)·10 ⁻⁴	–	–	–
11.	As ⁷⁶	657,4	–	–	–	(9±1)·10 ⁻²	–	–	–
12.	Br ⁸²	776,5	(3,1±0,4)·10 ⁻²	–	(0,7±0,3)·10 ⁻²	(1,2±0,7)·10 ⁻²	–	(2,3±0,8)·10 ⁻³	(8,2±2,1)·10 ⁻²
13.	Rb ⁸⁶	1076,9	–	(1,0±0,08)·10 ⁻⁴	(3,0±0,4)·10 ⁻⁴	(8,9±0,9)·10 ⁻⁴	–	–	(8,3±3,9)·10 ⁻⁴
14.	In ¹¹⁴	191,7	(9,0±0,5)·10 ⁻⁴	–	(1,9±0,5)·10 ⁻⁴	–	–	–	–
15.	Sb ¹²²	564,1	0,050±0,002	0,73±0,01	0,011±0,001	0,295±0,006	10,6±0,1	0,071±0,01	0,12±0,04
16.	Te ¹²³	159,0	(2,1±0,8)·10 ⁻³	–	–	(0,6±0,1)·10 ⁻³	–	–	–
17.	Sn ¹²⁵	1066,7	–	–	–	–	(2,5±0,3)·10 ⁻³	–	–
18.	Ba ¹³¹	216,0	(1,0±0,2)·10 ⁻³	(0,8±0,64)·10 ⁻³	(0,9±0,2)·10 ⁻³	(3,0±0,3)·10 ⁻³	(26,4±0,8)·10 ⁻³	(1,0±0,3)·10 ⁻³	–
19.	Cs ¹³⁴	795,8	(15±6)·10 ⁻⁴	(13±0,9)·10 ⁻⁴	(0,6±0,2)·10 ⁻⁴	(20,4±0,9)·10 ⁻⁴	(14,0±3,0)·10 ⁻⁴	–	–
20.	La ¹⁴⁰	1596,5	(7,4±0,7)·10 ⁻²	(8,5±0,83)·10 ⁻²	(2,6±0,2)·10 ⁻²	(8,5±0,5)·10 ⁻²	(1,7±0,5)·10 ⁻²	(2,7±0,3)·10 ⁻²	(9,8±0,9)·10 ⁻²
21.	Ce ¹⁴¹	145,4	–	(1,4±0,3)·10 ⁻³	(3,2±0,1)·10 ⁻³	–	–	(0,6±0,3)·10 ⁻³	–
22.	Lu ¹⁷⁷	208,3	(3,9±0,8)·10 ⁻⁴	–	(3,8±0,7)·10 ⁻⁴	(14,8±1,3)·10 ⁻⁴	–	–	–
23.	Hf ¹⁸¹	482,2	(2,6±0,5)·10 ⁻³	–	–	(2,4±1,2)·10 ⁻⁴	–	–	–
24.	Ta ¹⁸²	1221,4	(7,6±1,2)·10 ⁻⁴	(1,5±0,3)·10 ⁻⁴	(1,0±0,2)·10 ⁻⁴	(2,3±0,3)·10 ⁻⁴	–	–	–
25.	W ¹⁸⁷	685,7	–	–	–	(7,1±1,6)·10 ⁻²	–	(0,42±0,19)·10 ⁻²	–
26.	Hg ²⁰³	279,2	(0,7±0,5)·10 ⁻⁴	–	–	(2,3±1,3)·10 ⁻⁴	–	–	–
27.	Pa ²³³	311,8	(1,1±0,1)·10 ⁻³	–	(2,0±0,1)·10 ⁻³	(8,6±0,1)·10 ⁻³	–	–	–

* 2,4±0,08 – импульс секунд на мг образца

Характерные радиоизотопы ряда промышленных предприятий г. Воронежа

Тип предприятия	Характерные изотопы для предприятий	Изотопы с повышенным содержанием	Изотопы с пониженным содержанием
Станкостроительный завод	Te ¹²³ , Lu ¹⁷⁷ , Hf ¹⁸¹ , Hg ²⁰³	Mn ⁵⁶ , Ta ¹⁸² , In ¹¹⁴ , Te ¹³² , Fe ⁵⁹	–
Завод керамических изделий	Rb ⁸⁶ , Ce ¹⁴¹	–	–
Асфальтово-бетонный завод	Rb ⁸⁶ , Ce ¹⁴¹ , Lu ¹⁷⁷ , Hf ¹⁸¹ , Pa ²³³	–	Cs ¹³⁴
ТЭЦ-2	Se ⁷⁵ , Rb ⁸⁶ , As ⁷⁶ , Lu ¹⁷⁷ , Hg ¹⁸¹ , W ¹⁸⁷ , Hg ²⁰³ , Pa ²³³	Cr ⁵¹ , Se ⁷⁵ , As ⁷⁶ , Lu ¹⁷⁷ , W ¹⁸⁷ , Hg ²⁰³ , Pa ²³³	–
Завод электровакуумных приборов	Sn ¹²⁵	Na ²⁴ , Sb ¹²² , Sn ¹²⁵ , Sc ⁴⁶ , Ba ¹³¹	–
Шинный завод	Ca ⁴⁷ , Ce ¹⁴¹ , W ¹⁸⁷	Zn ⁶⁰	K ⁴²

Анализ наших данных показывает, что большинство изотопов многих элементов не оказывают видимого влияния на загрязнение почвы и растительности, в то же время крайне нежелательно присутствие их в продуктах питания из-за токсичности изотопов таких элементов как As, Sb, Hg, Cd и др.

Результаты исследований указывают на возможность применения НАА для определения источников и концентрации микропримесей в атмосфере.

5. РОЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЗАГРЯЗНЕНИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЦЧР

5.1. Влияние открытой добычи железной руды на окружающую среду

Добыча полезных ископаемых открытым способом является одним из мощных видов техногенеза. Его воздействие на окружающую среду ежегодно возрастает и захватывает все большие территории. В условиях КМА, где ведутся интенсивные работы по открытой добыче железной руды, за последние десятилетия произошло значительное нарушение природных ландшафтов. Огромные площади заняты карьерами, отвалами пород, отходами первичного обогащения руд (хвостохранилищами) и др. Здесь сформировались особые техногенные ландшафтно-геохимические аномалии. Такие участки А.И. Перельман и Н.С. Касимов (1999) называют горнопромышленными ландшафтами (ГПЛ). Особенность ГПЛ – малоконтролируемое рассеяние огромного количества веществ с высоким содержанием соединений железа и других элементов, которые, как правило, отрицательно действуют на прилегающую территорию. Характерная особенность ГПЛ – наложение техногенного загрязнения на природные геохимические аномалии.

К настоящему времени в России наряду с множеством естественных и антропогенных источников загрязнения на долю горнорудных разработок приходится более 14% всех видов загрязнений. Экологическая обстановка в бассейне КМА, где размещаются Лебединский, Стойленский и Михайловский горнообогатительные комбинаты (ГОКи), является очень напряженной.

Исследования, выполненные на Лебединском карьере, показывают, что при массовых взрывах (1000 т взрывных веществ) ареал распространения частиц размером 100 мкм (с учетом розы ветров) достигает удаления 15–20 км, а время нахождения этих частиц в атмосфере – 1 ч. Частицы пыли диаметром до 10 мкм могут находиться в атмосфере до 2–3 суток и в зависимости от силы ветра опускаются на землю на максимальном удалении от места взрыва (до 1000 км).

С целью установления степени воздействия выбросов карьера и Лебединского ГОКа на прилегающую территорию вокруг этих объектов были отобраны и проанализированы образцы почв (табл.10). Наличие тяжелых металлов (подвижные формы) определялось методом атомной абсорбции на спектрофотометре С-115 М.1, вытяжка – 1 н HNO₃.

Почвенные разрезы закладывались на различном расстоянии от источников загрязнения с учетом розы ветров. Контрольным был разрез № 5 в заповеднике «Ямская степь» на удалении 10 км от Лебединского ГОКа.

Анализ данных показал (табл.10), что на пахотных угодьях с ровным рельефом и ненарушенным профилем (разрезы № 1–6) величина накопления некоторых солей ТМ – Pb и Zn не превышает ПДК и находится на уровне зональных почв и фона. Превышение ПДК в черноземах обнаружено только для Cr, Rb, Ni и Cu, причем если для Cr и Cu превышение незначительно – соответственно до 10–13 и 5,8–6,0 мг/кг, то для Ni оно достигает 12,8–17,4 мг/кг. Повышенное содержание подвижных форм Cu, Cr и Ni в этих почвах согласуется со спецификой производства предприятий. Известно, что в процессе открытой добычи железной руды 6–8% газопылевых выбросов, содержащих железо и его спутников (Cr, Cu, Co, Zn, Ni и т.д.), попадают на почвенно-растительный покров. Почва, являясь местом максимального накопления всех выбросов, выступает в роли мощного фильтра, который прочно фиксирует все ТМ и существенно ослабляет их попадание в наземную растительную массу и грунтовые воды. Исследуемые почвы в основном представлены черноземами типичными тяжелого и среднего грансостава, средней мощности и среднего содержания гумуса. Такое состояние почв и высокое значение рН обуславливают ее хорошую буферность и большую поглотительную способность.

Результаты наших исследований и анализ банка данных НИИКМА показывают, что вокруг промышленной площадки Лебединского ГОКа на удалении 150 и 300 м ежегодно оседает соответственно 607 и 469 кг пыли на 1 га; в 150 м от карьера оседает около 1 т пыли, а на расстоянии 1, 2, 3, 4 км – соответственно 401, 226, 97 и 17 кг/га. В таких условиях формируются техногенные аномалии, где содержание валовых форм Fe, Cu, Zn в почвах выше зональных в 2–3 раза. Ареал рассеяния Fe прослеживается на расстоянии до 7–15 км и занимает площадь более 100 км². В травосмеси указанных территорий отмечается очень высокое содержание Fe на расстоянии до 7 км. В пахотном горизонте черноземов вокруг ГОКа содержание полуторных оксидов железа превышает 6%, что свидетельствует о процессе ожелезнения почв.

Таблица 10

Тяжелые металлы в почвах в зоне влияния карьера и Лебединского ГОКа

Номер разреза	Почва, место отбора образца	Глубина, см	Содержание ТМ, мг/кг					
			Pb	Cr	Ni	Cd	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Чернозем типичный среднегумусный сред- немогущий среднесуг- линистый, у края карь- ера (пашня)	0 – 10	5,6	8,25	10,4	0,67	5,4	7,5
		10 – 20	5,6	8,25	10,3	0,6	5,7	7,6
		20 - 30	5,0	8,25	11,2	0,55	5,4	7,6
		30 – 40	4,8	8,25	11,0	0,50	5,4	6,7
		40 – 50	4,8	8,8	11,4	0,55	4,4	5,6
		50 – 60	5,0	9,4	11,0	0,63	5,0	5,8
		60 – 70	4,8	8,9	10,8	0,72	5,4	6,0
2.	Чернозем типичный среднегумусный тяже- лосуглинистый сред- немогущий, 45 м на ю.- ю.-в. от края карьера (пашня)	0 – 10	6,1	8,9	12,8	0,82	5,8	8,4
		10 – 20	6,0	8,9	12,5	0,86	6,4	28,0
		20 - 30	5,6	8,9	12,5	1,04	5,6	18,0
		30 – 40	4,7	6,6	11,0	0,34	4,4	7,8
		40 – 50	4,7	7,25	11,0	0,28	4,6	5,5
		50 – 60	5,0	7,9	11,7	0,34	4,6	5,4
		60 – 70	5,0	7,9	11,2	0,80	5,0	5,8
3.	Чернозем типичный среднегумусный тяже- лосуглинистый сред- немогущий, 500 м на юг от кромки карьера (пашня)	0 – 10	6,0	8,25	15,0	0,51	6,0	6,4
		10 – 20	6,0	8,25	15,8	0,63	8,4	7,5
		20 - 30	5,6	8,25	15,8	0,55	5,4	6,5
		30 – 40	8,0	7,78	16,6	0,75	5,0	8,8
		40 – 50	8,9	9,4	16,8	1,24	4,5	6,7
		50 – 60	7,4	10,0	17,4	0,80	5,2	5,0
		60 – 70	7,4	8,9	12,0	1,14	3,6	6,0
4.	Чернозем типичный среднемогущий средне- гумусный тяжелосуг- линистый, 500 м на ю.- з. от кромки карьера (пашня)	0 – 10	6,5	7,75	11,0	0,72	5,7	8,0
		10 – 20	6,0	7,75	11,0	0,77	5,3	7,8
		20 - 30	6,0	8,4	11,0	0,82	5,5	7,8
		30 – 40	6,5	6,0	11,8	0,66	4,4	6,7
		40 – 50	6,9	7,75	11,8	0,87	4,1	6,7
		50 – 60	6,5	8,4	11,8	0,66	4,2	6,0
		60 – 70	6,5	8,4	11,8	0,66	4,2	6,0
5.	Чернозем типичный среднемогущий средне- гумусный тяжелосуг- линистый, заповедник «Ямская степь» 10 км на ю.-з. от ЛГОКа (контроль)	0 – 10	4,7	4,5	9,8	0,39	4,5	6,6
		10 – 20	4,3	5,5	10,0	0,39	4,5	6,3
		20 - 30	4,3	6,0	10,6	0,53	4,3	6,0
		30 – 40	4,3	7,25	10,8	0,55	4,4	6,0
		40 – 50	4,3	6,7	11,2	0,55	4,4	6,0
		50 – 60	5,7	7,75	11,8	0,53	4,5	8,3
		60 – 70	6,5	8,4	10,6	1,06	4,5	5,6
6.	Слой чернозема (нане- сенный), площадка ЛГОКа (у обогатитель- ной фабрики)	0 – 10	6,0	8,6	10,0	0,75	5,3	9,6
		10 – 20	6,0	7,9	11,0	1,06	5,0	7,4
		20 - 30	4,3	2,0	4,5	0,53	3,0	15,0
		30 – 40	6,5	8,4	11,0	1,05	4,8	11,8
7.	Дерновая после ре- культивации, гидроот- вал № 3 (пойма р. Ос- колец, поле «горбуно- ва»)	0 – 10	3,4	2,0	5,0	0,55	2,0	3,0
		10 – 20	3,4	3,8	4,1	0,77	2,5	3,3
		20 - 30	2,1	1,75	3,55	0,55	1,2	1,7
		30 – 40	2,1	1,4	4,1	0,50	1,2	1,5
		40 – 50	1,6	1,1	4,1	0,55	1,3	1,3
		50 – 60	2,0	1,1	4,4	0,55	1,2	2,1
8.	Дерновая после ре- культивации, гидроот- вал № 2	0 – 10	2,8	1,75	5,8	0,35	2,3	3,4
		10 – 20	1,6	1,1	5,0	0,53	1,6	1,4
		20 - 30	1,6	0,5	1,75	0,21	0,5	1,6
		30 – 40	1,6	0,9	2,0	0,26	0,7	1,4
		40 – 50	2,8	1,75	2,8	0,65	1,2	2,2
		50 – 60	1,6	0,9	2,0	0,25	0,7	1,2
60 – 70	7,6	13,0	6,6	1,71	2,1	2,2		
ПДК подвижных форм ТМ			6	6	4	0,1- 0,5	3	23

5.2. Влияние выбросов ОАО "Осколцемент" на почвенно-растительный покров

Исследования пыли цементных заводов показали высокое содержание в них свинца – 1800 мг/кг, цинка – 410 мг/кг, кадмия – 93 мг/кг и меди – 62 мг/кг (Какарека, 2001). Пыль, выбрасываемая в атмосферу после очистки, содержит более высокие концентрации Cd, Rb и Zn по сравнению с пылью в газовом потоке до очистки.

Объектом наших исследований служило ОАО "Осколцемент", выведенное на полную мощность с 1964 г. и являющиеся одним из мощных источников пыли. Ежегодно выбросы в атмосферу с 1996 г. составили 5,2 тыс.т, а в 2004 г. – 8,4 тыс. т. В выбросах содержится (в %): Ca – 52–67; Si – 15–20; K – 2–12; Al ~ 5; Fe ~ 4; рН – 9,7–11,2. Результаты исследований показали, что почвенный покров вокруг завода представлен черноземами и темно-серыми лесными почвами со средним содержанием гумуса, среднего и легкого грансостава. Для выявления характера изменений свойств почв и растительности от воздействия выбросов были заложены почвенные разрезы вокруг завода с учетом розы ветров, на различном удалении с учетом рельефа местности.

Рекогносцировочное обследование загрязненной территории свидетельствует о том, что наиболее крупные частицы цементной пыли оседают в непосредственной близости от предприятия, а более мелкие удаляются на различные расстояния, что хорошо прослеживается в изменениях внешних признаков растительного и почвенного покровов (рис.3).

По мере удаления от источника внешние признаки загрязнения заметно ослабевают, что подтверждается морфологией почвенных разрезов. Выбросы, оседая на почвенный покров, проникают на определенную глубину. При этом на поверхности почв вблизи предприятия формируется особый техногенный слой пыли толщиной до 10 см. По мере удаления от источника загрязнения мощность этого слоя постепенно снижается до 6-8 см на расстоянии 300 м и до 2 см – на расстоянии 500 м. При удалении более 500 м визуально этот слой не прослеживается, но вскипание от соляной кислоты и здесь обнаруживается почти с поверхности на глубине 14 см. На расстоянии более 1000 м почвенный покров соответствует зональным почвам, хотя и здесь верхний 5-сантиметровый слой почвы бурно вскипает от соляной кислоты.

Результаты химических исследований (табл. 11) указывают на повышенное содержание оксида кальция (21,0%) и оксида магния (3,7%) в верхнем техногенном слое, что не характерно для зональных почв. Основные изменения химических свойств почв зафиксированы в образцах отобранных на удалении 300 – 500 м. На большем удалении влияние выбросов незначительно.

Действие цементной пыли сказалось и на рН почвенной среды в верхнем (0–30 см) слое почвы, где реакция от слабокислой стала щелочной и слабощелочной, переходящей с глубиной в нейтральную, а глубже 50–60 см в слабокислую, что свойственно лесным почвам.

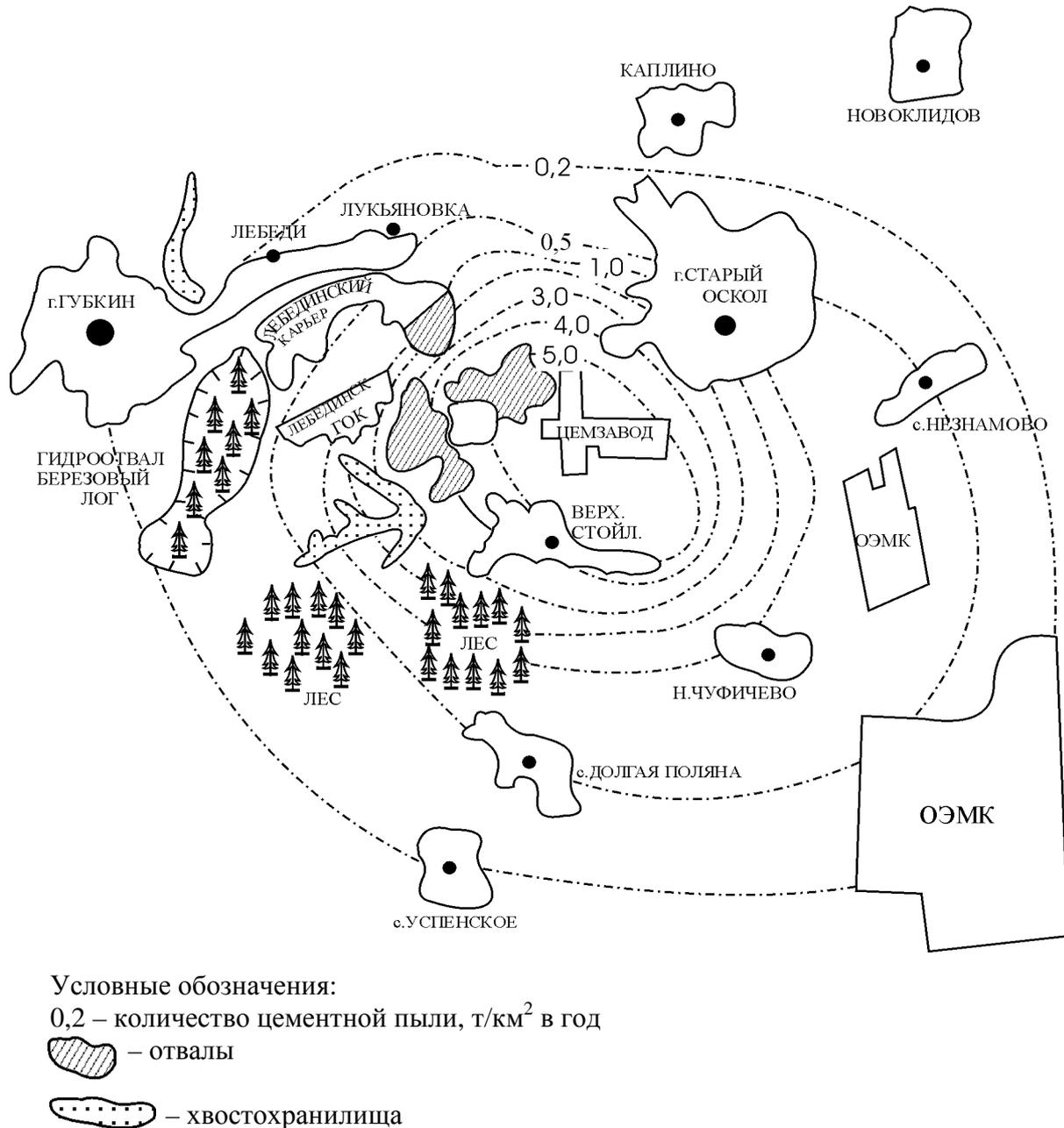


Рис.3. Картограмма распределения цементной пыли вокруг ОАО «Осколцемент» (М 1:200000)

Для изучения влияния цементной пыли на древесную растительность в качестве объектов исследования были выбраны акация белая и береза повислая, как наиболее распространенные породы на рекультивированных отвалах горных пород КМА.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшей пылеулавливающей способностью характеризуется береза повислая. В сутки ее листовая поверхность задерживает 0,85–0,9 г/м² цементной пыли, акации белой – 0,57–0,6 г/м². В целом листовая поверхность этих растений за сутки способна удержать 22,0–32,5 г/м² пыли. В контрольной точке запыленность культур составляла 0,04–0,05 г/м².

Валовой химический состав темно-серых лесных почв в районе ОАО «Осколцемент», % на прокаленную навеску

Место отбора почвенных проб	№ разреза	Горизонт	Глубина, см	ППП	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Сумма полуторных оксидов	SO ₃	K ₂ O + Na ₂ O
В 100 м севернее завода (лес)	1	A _{техн.}	0–14	29,10	30,00	21,00	3,75	2,00	5,15	0,50	7,65	0,80	4,60
		A ₁	15–25	13,40	68,53	3,15	0,50	2,59	8,01	0,53	11,13	0,42	3,30
		A ₂	30–40	11,80	67,90	2,80	0,38	2,59	9,69	0,52	12,80	0,34	3,30
		B ₁	50–60	11,00	67,10	2,80	0,38	2,75	10,43	0,52	13,70	0,28	3,20
		B ₂	90–100	11,00	66,74	2,96	0,38	3,00	11,28	0,52	14,80	0,22	3,20
В 300 м севернее завода (лес)	2	A _{техн.}	0–8	22,42	41,30	17,15	3,15	2,43	7,31	0,51	10,25	0,62	4,00
		A ₁	15–25	12,46	68,70	3,20	0,50	2,85	7,37	0,53	11,76	0,36	3,20
		A ₁ A ₂	30–40	12,20	68,20	2,63	0,38	2,85	8,63	0,52	12,00	0,32	3,40
		B ₁	50–60	11,60	67,84	2,80	0,38	2,90	9,08	0,52	12,50	0,20	3,20
		B ₂	90–100	10,60	66,70	2,80	0,38	2,90	10,66	0,52	14,08	0,20	3,40
В 500 м севернее завода (лес)	3	A _{техн.}	0–8	14,00	59,31	4,90	0,75	2,66	11,52	0,52	14,70	0,40	3,26
		A ₁	15–25	13,00	66,35	3,15	0,50	2,76	7,21	0,53	10,50	0,22	3,40
		A ₁ A ₂	30–40	12,20	64,00	2,80	0,38	2,76	8,71	0,53	12,00	0,22	3,30
		B ₁	50–60	11,80	63,28	2,80	0,38	2,85	9,23	0,52	12,60	0,20	3,30
		B ₂	90–100	13,20	62,72	3,47	0,88	2,85	10,12	0,53	13,50	0,20	3,20
В 300 м юго-западнее завода (разнотравье)	4	A _{техн.}	0–6	15,80	58,20	6,25	1,00	2,05	11,19	0,51	13,75	0,38	4,40
		A ₁	15–25	11,80	66,40	3,53	0,50	2,67	8,41	0,52	11,60	0,26	3,80
		A ₂	32–42	10,80	66,00	3,20	0,50	2,85	8,63	0,52	12,00	0,22	3,40
		B ₁	50–60	10,08	65,25	2,98	0,50	3,00	8,50	0,53	12,13	0,20	3,30
		B ₂	90–100	8,98	63,86	3,00	0,50	3,00	10,08	0,52	13,60	0,26	3,40
В 500 м юго-западнее завода (разнотравье)	5	A _{дерн}	0–6	12,40	62,40	5,28	0,75	2,35	14,99	0,54	17,88	0,32	4,00
		A ₁	13–23	11,20	67,44	3,28	0,50	2,85	8,19	0,56	11,60	0,22	3,20
		A ₂	30–40	11,00	66,20	3,20	0,50	3,00	9,44	0,56	13,00	0,21	3,40
		B ₁	50–60	10,20	64,80	3,20	0,50	3,00	10,64	0,56	14,20	0,20	3,60
		B ₂	90–100	9,40	58,77	3,15	0,50	3,35	11,36	0,54	15,25	0,21	3,60

Примечание. PPP – потеря при прокаливании.

Под влиянием запыления наблюдается увеличение площади листовой поверхности. Так, у акации белой площадь листа опытных растений на 27, а у березы повислой – на 36% была больше, чем у контрольных (табл. 12).

Таблица 12

Площадь листа древесных растений в зависимости от расстояния от источника загрязнения

Культура	Удаление от источника загрязнения, км	Площадь листа, см ²
Акация белая	0,30	4,49 ± 0,98
Контроль	22,00	3,52 ± 0,11
Береза повислая	0,33	1,24 ± 0,30
Контроль	22,00	8,94 ± 0,56

Физическое действие даже инертной пыли проявляется в изменении оптических свойств листьев. Запыленные листья поглощают на 5–14% меньше физиологически активной радиации, а тепловых лучей – на 25–30% больше, чем незапыленные. Перегрев листовой поверхности влияет на транспирационные потери. Результаты исследования водного режима, приведенные в табл. 13, показывают увеличение потери воды при 2-часовом завядании растений. Наряду с этим отмечено повышение относительного тургора, водоудерживающей способности при снижении водного дефицита и общей обводненности листа.

Интенсивность дыхания (табл. 14) под влиянием цементной пыли у акации снизилась до 47,6%, у березы повислой – до 33,8% в сравнении с контрольными растениями. Очищение листовой поверхности от пыли вызывало усиление дыхания, однако эта величина была почти в 2 раза ниже, чем у контрольных растений.

Под влиянием запыления в листьях растений нарушается водный баланс, снижаются активность каталазы в листьях, интенсивность процессов ассимиляции и диссимиляции и в конечном счете продуктивность растений.

Таблица 13

Показатели водного режима

Культура	Расстояние от источника загрязнения, км	Водный дефицит, %	Относительный тургор, %	Водоудерживающая способность, %	Потери массы при 2-часовом завядании, %	Общее содержание воды, %
Акация белая	22	$\frac{21,94 \pm 0,98}{100}$	$\frac{82,02 \pm 0,65}{100}$	$\frac{30,96 \pm 1,53}{100}$	$\frac{17,27 \pm 1,76}{100}$	$\frac{55,7 \pm 1,35}{100}$
Акация белая	0,3	$\frac{14,20 \pm 0,64}{64,72}$	$\frac{85,75 \pm 0,73}{104,5}$	$\frac{46,19 \pm 1,34}{149,2}$	$\frac{19,38 \pm 1,99}{112,3}$	$\frac{52,65 \pm 0,24}{94,5}$
Береза повислая	22	$\frac{19,23 \pm 1,73}{100}$	$\frac{83,92 \pm 1,64}{100}$	$\frac{22,55 \pm 1,75}{100}$	$\frac{14,06 \pm 0,25}{100}$	$\frac{75,43 \pm 0,44}{100}$
Береза повислая	0,3	$\frac{14,1 \pm 1,17}{72,8}$	$\frac{87,72 \pm 1,66}{104,5}$	$\frac{27,21 \pm 1,96}{120,7}$	$\frac{26,37 \pm 1,33}{187,6}$	$\frac{55,54 \pm 1,68}{96,6}$

Примечание. В знаменателе приводится процент от контроля.

Таблица 14

Интенсивность газообмена исследуемых культур

Культура	Расстояние от источника загрязнения, км	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ /час	% от контроля	Интенсивность фотосинтеза у опытных растений, мг·дм ² /час	Интенсивность фотосинтеза в контроле	% от контроля	Интенсивность синтеза за 10 час., мг орг. в-ва	Коэффициент продолжительности фотосинтеза
Акация белая (контроль)	22	$\frac{2,60}{2,79}$	100	$\frac{2,28}{2,39}$	$\frac{4,49}{5,21}$	100	$\frac{37,6}{39,4}$	$\frac{1,91}{1,91}$
Акация белая	0,3	$\frac{1,24}{1,48}$	$\frac{47,6}{54,2}$	$\frac{0,84}{1,22}$	$\frac{2,08}{2,70}$	$\frac{41,6}{51,8}$	$\frac{13,9}{20,1}$	$\frac{1,68}{1,82}$
Береза повислая (контроль)	22	$\frac{2,84}{3,09}$	100	$\frac{2,27}{2,50}$	$\frac{5,4}{6,16}$	100	$\frac{37,4}{41,3}$	$\frac{19,0}{1,99}$
Береза повислая	0,3	$\frac{0,96}{1,18}$	$\frac{33,8}{38,2}$	$\frac{0,66}{1,00}$	$\frac{1,62}{2,17}$	$\frac{30,0}{35,2}$	$\frac{10,8}{1,94}$	$\frac{1,68}{1,83}$

Примечание. В знаменателе приводятся данные для побегов, очищенных от пыли.

5.3. Влияние ОАО НЛМК на окружающую среду

Высокие темпы развития металлургической промышленности неизбежно приводят к загрязнению атмосферного воздуха водоемов и почв, поэтому оздоровление условий проживания людей в таких районах является важной задачей. Используемые новые технологии, установки фильтров очистки, озеленение цехов и другие мероприятия не дают должного эффекта и вокруг предприятий металлургического профиля концентрация вредных выбросов практически всегда превышает допустимые нормы.

Почвы, находящиеся в зоне влияния металлургических заводов, претерпевают определенные изменения, что отражается как на их морфологических признаках, так и на агрохимических свойствах.

С целью выявления ареала техногенного загрязнения почв от НЛМК, нами были отобраны и проанализированы почвенные образцы из разрезов, заложенных на различном удалении от источников выбросов. На промплощадке и у северной проходной завода в верхнем 0–30 см слое почв содержание Pb, Cr, Ni, Cu и Zn превышает ПДК от одного до 7 раз, однако с глубиной содержание этих элементов резко падает. В серых лесных почвах, отобранных на удалении 3 км севернее источника загрязнения, количество ТМ гораздо ниже фона и ПДК. Это объясняется, во-первых тем, что основная масса вредных выбросов не достигает исследуемых участков и, во-вторых, лесной массив, где заложен образец, эффективно защищает почвенный покров от поступления многих ингредиентов.

Анализируя в целом морфологические, химические и генетические признаки почв, можно утверждать, что вокруг комбината на расстоянии до 1–1,5 км от промплощадки формируется особый техногенный почвенный покров с повышенным содержанием ТМ и повышенной рН среды. На удалении более 3 км влияние комбината менее заметно.

Для выявления закономерностей пространственного распространения загрязнения почв и растительности нами был обследован наиболее крупный источник загрязнения – агломерационная фабрика НЛМК. Агломерационная фабрика расположена обособлено, что позволяет изучить влияние ее выбросов вне взаимосвязи с другими промышленными объектами. Лесной массив, расположенный к северу от фабрики, подвергается воздействию только ее выбросов. Почвенный покров представлен сочетанием серых лесных почв и борových слабобогумусированных песков. Вся территория покрыта сосновым насаждением 35-летнего возраста с полнотой древостоя 0,4–0,5.

Данные показали, что воздействие выбросов на растительность находится в прямой зависимости от расстояния до объекта загрязнения. В настоящее время на удалении до 300 м от фабрики частично усохли хвойные породы и травянистая растительность; на расстоянии до 500 м растительность находится в сильно угнетенном состоянии. По мере удаления от источника загрязнения внешние признаки воздействия его заметно ослабевают, что подтверждается и состоянием почв в разрезах, заложенных под лесом на расстояниях 100, 200, 500, 1000, 3000 м от фабрики (табл. 15).

Таблица 15

Содержание некоторых оксидов в светло-серых лесных почвах вокруг агломерационной фабрики, %

Расстояние от агло-фабрики, м	Горизонт, глубина слоя, см	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂	CaO	MgO	pH
100	Пыль аглофабрики	68,24	1,44	1,21	0,350	8,50	2,80	8,1
	A ₀ 0 – 3	69,22	1,41	1,10	0,200	6,43	2,64	8,0
	T _c 3 – 5	63,07	1,48	1,15	0,110	7,49	2,31	8,0
	A ₁ 10 – 15	0,99	1,22	0,10	0,092	0,42	0,13	7,0
	A ₁ A ₂ 25 – 35	0,58	1,28	0,08	0,006	0,16	0,11	7,4
200	A ₀ 0 – 25	65,67	1,53	1,07	0,220	7,81	2,98	8,0
	T _c 2,5 – 4	63,65	1,55	0,88	0,080	7,33	2,97	8,0
	A ₁ 4 – 15	0,98	1,37	0,09	0,062	0,53	0,12	7,5
	A ₁ A ₂ 15 – 20	0,48	1,14	0,08	0,018	0,21	0,09	7,4
500	A ₀ 0 – 3	29,60	1,55	0,88	0,195	6,11	0,93	8,0
	A ₁ 5 – 13	0,72	1,63	0,09	0,100	0,60	0,21	7,0
	B ₁ 60 – 70	0,62	1,22	0,11	0,011	0,17	0,12	6,9
1000	A ₀ 0 – 4	17,27	1,67	0,74	0,149	2,40	0,97	7,8
	A ₁ 5 – 14	0,57	1,60	0,09	0,040	0,45	0,29	6,0
	A ₁ A ₂ 20 – 30	0,62	1,11	0,08	0,008	0,14	0,14	5,9
	B ₂ 75 – 85	0,56	0,86	0,07	0,004	0,12	0,12	5,7
	C 140–150	0,42	0,75	0,04	0,004	0,17	0,05	6,6

T_c – техногенный слой.

В зоне влияния фабрики на поверхности почв сформировался особый техногенный слой мощностью до 2 см. В гранулометрическом составе этого слоя преобладают частицы размерами 0,25–0,05 и 0,05–0,01 мм, на долю которых приходится 90–92%. По сравнению с фоновыми почвами в нем резко уменьшено (в 6–8 раз) содержание частиц 1–0,25 мм и повышено количество крупной пыли.

Анализ выбросов фабрики показал, что они характеризуются щелочной реакцией (pH 8,0) и в виде оксидов содержат 12% кремния, 68,2% железа, 1,4% алюминия, 0,3% марганца, 0,3% серы, 0,25% калия, 8,5% кальция, 2,7% магния, 1,2% титана, 0,2% натрия (см. табл. 15).

Лесные насаждения, опоясывающие фабрику, служат надежной защитой окружающей среды от загрязнения. Однако промышленная пыль и газы сильно угнетают всю растительность, которая частично погибла в радиусе 300 м.

5.4. Производство минеральных удобрений и загрязнение окружающей среды

С целью изучения влияния предприятий по выпуску минеральных удобрений на окружающую среду нами были проведены многолетние (1985–1997 гг.) комплексные исследования экологической ситуации вокруг ОАО “Минудобрения”. Это один из крупнейших в Европе объектов находится в центре Черноземья – в Россошанском районе Воронежской области.

Исследования показывают, что продолжительная эксплуатация этого объекта служит интенсивным источником загрязнения окружающей среды, а гидрологическая обстановка в районе промплощадки крайне неудовлетворительная из-за значительного подъема уровня грунтовых вод и их интенсивного химического загрязнения. Уровненный режим грунтовых вод характеризуется как техногеннонарушенный. Подъем зеркала грунтовых вод представляет особую опасность для устойчивости дамб шламонакопителей. В районе промплощадки гидрохимическая аномалия занимает площадь около 10 км² и характеризуется высокой степенью загрязнения подземных вод четвертично-мелового водоносного комплекса. Концентрация аммонийного азота и нитратов в них в десятки раз превышают ПДК (ГОСТ 2874-82). Эти исследования свидетельствуют, что в результате деятельности химического производства возникла реальная угроза загрязнения питьевых водозаборов, поверхностных вод, болот, почв, растительности и в целом всего ландшафта.

Многолетние наблюдения Воронежской гидромелиоративной партии свидетельствуют (табл. 16), что с 1976 по 1986 г. уровень воды в зоне влияния предприятия поднялся с 2,5 м до 1,5 м, а качество воды по девяти показателям ухудшилось на 2–3 порядка. Особенно резко снизилось качество воды по сухому остатку – с 275 до 4158 мг/л, по хлору – с 7 до 1135 мг/л, по SO₄ – с 48 до 1729 мг/л и др.

Таблица 16

Изменение качества грунтовой воды из скважины № 18 в районе промплощадки завода (данные гидромелиоративной партии)

Сроки наблюдения	Глубина, м	Содержание веществ, мг/л								
		сух.ост.	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Fe ⁺	Анионы
Март 1976 г.	2,5	275	244	7	48	64	12	22	–	5,2
Май 1978 г.	2,2	258	189	14	58	60	7	25	–	4,7
Сентябрь 1981 г.	2,1	407,6	6274	103	19	112	15	18	2,4	7,8
Август 1988 г.	1,0 – 1,5	4158	438	1135	1729	822	219	483	0,99	–

Данные по качеству воды прудов–накопителей и почвенно-растительного покрова свидетельствуют о том, что вода с прудов–накопителей по 10-ти показателям не соответствует требуемым санитарным нормам (табл. 17). Превышение ПДК по сухому остатку колеблется от 1,8 до 4,6 раза, по SO₄²⁻ – от 1,4 до 4,7 раза, по Na⁺ – 2– 2,4 раза, соотношение Ca²⁺ : Na⁺ должно быть 2:1, а в данном случае 0,5 : 1 и т.д.

Превышение ПДК ингредиентов в воде, рекомендуемой для орошения, раз

Ингредиенты	Дата отбора проб в 1989 г.					ПДК, мг/л
	6 июня	27 июня	26 июля	27 августа	18 октября	
Сухой остаток	4,6	4,1	3,9	3,6	1,8	1000–1300
SO ₄ ²⁻	4,7	Не опр.	1,4	3,7	3,5	150
Na ⁺	2,4	2,0	Не опр.	2,3	2,4	100
Ca ²⁺ :Na ⁺	0,5:1	0,7:1	Не опр.	0,6:1	0:6:1	2:1
N – NH ₄ ⁺	7,3	5,4	2,7	6,1	2,5	100
N – NO ₂ ⁻	19,6	1,3	17,4	11,2	–	3,8
N – NO ₃ ⁻	2,7	–	11,1	10,0	–	4,5
БПК ₅	2,9	8,8	3,7	–	–	2,0
Fe	6,1	–	–	1,8	–	0,3
Cd	1,6	–	–	2,0	1,5	0,001

Исследование почв, орошаемых водой с прудов–накопителей (после двух поливов), показало, что содержание обменного натрия в верхнем (0–20 см) слое возросло с 0,4 до 1,1– 4,1%. Плотный остаток достиг значений 0,112–0,113% против 0,036 % в контроле, т.е. орошаемые черноземы уже можно отнести к слабозасоленным почвам. Тип засоления – хлоридно-сульфатный, т.е. соответствует составу солей сточных вод. Анализ растительности с орошаемых участков показал, что в кукурузе на силос количество нитратов увеличилось до 2000 мг/кг зеленой массы против 503 мг/кг на контроле. Все вышеизложенное свидетельствует, что используемая для орошения вода по всем показателям не пригодна для этих целей.

Влияние ОАО "Минудобрения" сказывается также на гидрологическом режиме почв. Вследствие постоянного подтопления стоками увеличились площади болотных почв с 146 до 227,7 га; глеевых – с 486 до 703,2 га; кроме того, на больших площадях прилегающих территорий как уже отмечалось наблюдается подъем уровня грунтовых вод.

Таким образом, основываясь на вышеприведенном экспериментальном и литературном материале, можно заключить:

1. Создание крупного химического производства в центре Черноземного региона резко изменило в худшую сторону экологическую ситуацию и состояние природных и антропогенных ландшафтов.

2. Влияние химического комбината отрицательно сказалось на почвенно-растительном покрове в радиусе до 10-15 км.

3. Под влиянием сточных вод, полей фильтрации и прудов-накопителей комбината резко ухудшилось качество подземных и поверхностных вод в пределах промышленной зоны. Под куполом промплощадки уровень грунтовых вод поднялся до опасной отметки – около 9 м, а в отдельных местах с 2,5 м до 1,5 м.

4. Качество воды прудов-накопителей предприятия по десяти позициям не соответствует требуемым санитарным нормам.

5. Под влиянием выбросов, отходов и стоков увеличилась площадь почв карбонатных разновидностей с 77 га до 1653,2 га, болотных почв с 146 до 227,7 га, глеевых – с 486 до 703,2.

6. В радиусе до 5-10 км закрыты все колодца для питьевой воды из-за их непригодности. В этой зоне наблюдается высокая заболеваемость населения.

5.5. Осадки сточных вод городских очистных сооружений и их утилизация

В Воронеже функционируют крупные очистные сооружения – Левобережные и Правобережные. На Левобережные очистные сооружения ежедневно по двум линиям очистки поступает 275 тыс. м³ стоков от 83 промышленных и коммунальных предприятий. Все стоки проходят механическую и биологическую очистку, причем стоки от ОАО «Синтезкаучук» проходят отдельную очистку. После механической очистки идет биологическая очистка с помощью активных илов в аэротенках. После всех видов обезвреживания вся масса поступает на иловые карты, представляющие собой открытые железобетонные емкости с большой площадью для испарения. На этих картах в течение 2-3-х лет идет процесс естественной сушки осадка.

ОСВ считаются обезвреженными, если они прошли термофильное или мезофильное сбраживание в метатенках с последующей дегельминтизацией, или термическую сушку. При таких условиях полностью погибают яйца гельминтов. Наши исследования показали, что в ОСВ Левобережных очистных сооружений отсутствуют яйца гельминтов и патогенные микроорганизмы. Содержание основных элементов питания в ОСВ непостоянное и зависит от типа высушивания, характера стока и срока складирования, режима работы предприятий и т.д. Полученная характеристика агрохимических свойств ОСВ свидетельствует, что они имеют слабощелочную реакцию среды, очень высокое содержание органического вещества – 17,5–64,4%, высокую зольность – 21,9–54,9%. В образцах ОСВ 1986 и 1987 года складирования было отмечено высокое содержание подвижного фосфора – 64,2 – 153,2 мг/100 г, обменного калия – 25,5–197,5 мг/100 г. Содержание общего азота варьировало в пределах 1,06–1,08%, фосфора – 2,4–3,0%. Такие показатели говорят о высоких удобрительных качествах ОСВ.

Для выяснения степени засоления ОСВ были выполнены анализы водной вытяжки, из которых следует, что осадки характеризуются сульфатно-кальциевым засолением с преобладанием аниона SO_4^{2-} и катиона Ca^{2+} . Содержание хлора и натрия низкое.

Из результатов определения ТМ в ОСВ Левобережных очистных сооружений (табл. 18) видно, что содержание ТМ варьирует в широких пределах: хром 309–930 (среднее 706), никель – 150–340 (среднее 240), свинец – 240–690 (среднее 549), кадмий – 36–73 (среднее 47) мг/кг.

Таблица 18

Содержание ТМ в ОСВ в мг/кг

№ образца	Хром	Никель	Свинец	Кадмий
1	625	340	690	73
2	870	255	600	67
3	775	280	675	73
4	710	150	240	36
5	625	150	290	61
6	680	255	535	54
7	930	260	555	48
8	390	260	505	50
9	650	960	505	54
10	810	200	490	46
11 среднее	706	240	549	47

Учитывая высокие удобрительные свойства ОСВ, мы провели исследования по использованию их в качестве удобрения полевых культур. В виду того, что осадки содержали высокие дозы ТМ, использовали их в опытах с многолетними травами. Последующий анализ растительных образцов показал, что накопления ТМ в растениях не произошло.

Исследования показали, что при различных вариантах опыта в почву с осадком вносятся соответственно как многие ТМ, так и необходимые растениям питательные вещества, причем с увеличением дозы осадка увеличивается и количество вносимых компонентов (табл. 19).

Таблица 19

Расчет поступления ТМ в почву с ОСВ (полевой производственный опыт)

Вариант опыта с ОСВ	Внесено в почву						
	Хром	Никель	Свинец	Кадмий	Орг.в-во	P ₂ O ₅	K ₂ O
	кг/га/ мг/кг почвы				кг/га		
20 т/га	<u>14,1</u> 0,0047	<u>4,8</u> 0,0016	<u>10,9</u> 0,0036	<u>0,9</u> 0,0003	372	13,3	22,4
40 т/га	<u>28,0</u> 0,0093	<u>9,6</u> 0,0032	<u>21,8</u> 0,0072	<u>1,8</u> 0,0006	744	26,6	48,8
60 т/га	<u>42,3</u> 0,0141	<u>14,4</u> 0,0047	<u>32,7</u> 0,0109	<u>2,7</u> 0,0009	1116	39,9	73,2
80 т/га	<u>56,4</u> 0,0188	<u>19,2</u> 0,0064	<u>43,6</u> 0,0145	<u>3,6</u> 0,0012	1488	53,2	97,6

Данные таблицы 19 свидетельствуют, что в почвы производственного опыта были внесены различные количества тяжелых металлов. Однако при пересчете на килограмм почвы приходятся сотые и тысячные доли миллиграмма элемента, которые практически никакого влияния на свойства почвы не оказывают.

Результаты анализа ОСВ свидетельствуют, что из 24 отобранных образцов из бурта складирования осадка массой 1000 т. наибольшие колебания содержания присущи меди, марганцу и свинцу. Для кадмия и цинка колебания незначительны. Надо заметить, что в 14 случаях из 24 содержание кадмия не превыша-

ет 35 мг/кг, а в остальных образцах – не более 70 мг/кг. Концентрация свинца только в 6 случаях из 24 превышает 100 мг/кг.

Анализируя результаты всего комплекса многолетних исследований, можно заключить, что ОСВ Левобережных очистных сооружений богаты питательными элементами, стимулируют рост биомассы исследуемых культур, которая значительно выше, чем в контроле. Содержание ТМ в сельхозпродукции, выращенной при внесении ОСВ, не превышало контроль и допустимые нормы.

В целях сохранения плодородия почв, охраны окружающей среды, предотвращения загрязнения почвенно-растительного покрова и водоемов необходим строгий контроль за химическим и биологическим составом используемых ОСВ в каждом конкретном случае.

Учитывая последствие ОСВ, а также необходимость ограничения внесения ТМ и других вредных ингредиентов в почву, использование осадка на одном и том же участке допускается не чаще, одного раза в 5 лет в дозе 5–20 т/га по сухому веществу при постоянном контроле со стороны СЭС, агрохимслужбы, комитетов по экологии и службы очистных сооружений.

Без сертификата качества на каждую тысячу тонн ОСВ использование его в качестве удобрения недопустимо. Учитывая, что на очистных сооружениях г. Воронежа накоплены сотни тысяч тонн осадков, занимающих сотни гектаров дефицитных городских площадей и создающих определенную угрозу загрязнения, предлагаемый метод их использования представляется весьма актуальным.

5.6. Проблема утилизации промышленных отходов в качестве удобрения

Наибольшую опасность для окружающей среды представляет сброс производственных сточных вод сахарными заводами на собственные поля фильтрации.

Осадки сточных вод этих предприятий (дефекат) характеризуются следующим химическим составом: количество аммонийного азота – в пределах 11,5–58,2 мг/кг, нитритного – 0,004–0,019 мг/кг, нитратного – 9,8–549,5 мг/кг. Содержание подвижного фосфора (в пересчете на P_2O_5) – от 10,6 до 54,0 мг/100 г. Химические показатели положительно характеризуют дефекат в качестве мелиоранта, однако для полной и всеобъемлющей информации необходимо учитывать и другие показатели.

Результаты табл. 20 свидетельствуют, что содержание Fe, Mn, Cd, Cr, Cu, Mn и Cr в дефекате, во многих случаях находится на уровне ПДК и ниже. В некоторых исследуемых образцах содержание Pb, Co, Ni и Zn превышает допустимые нормы в 1–3 раза. В дефекате ряда сахарных заводов превышение ПДК по Zn составило от 1,1 до 1,8 раз, Ni – от 1,4 до 7,0 раз, Pb – от 1,1 до 3,3 раза. Эти результаты показывают, что при использовании дефеката в качестве мелиоранта в каждом конкретном случае должна быть полная информация о всех вредных ингредиентах как в дефекате, так и в почвах во избежании негативных последствий.

Содержание ТМ в дефекате сахарных заводов Воронежской области

Место отбора проб	Fe	Mn	Zn	Pb	Cu	Co	Ni	Cr	Cd
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Перелешино	25,0	57,2	4,5	4,8	1,6	2,9	3,0	1,8	0,57
	11,0	56,7	2,4	4,7	1,3	4,5	2,3	1,5	0,62
	37,0	87,6	30,2	5,7	1,8	10,3	4,9	1,9	0,95
Рамонь	68,0	177,3	34,3	6,8	2,4	10,6	5,9	2,2	1,1
	506,0	217,3	22,7	8,4	1,7	9,9	7,8	2,7	1,1
	1345,0	368,1	29,1	19,2	17,1	16,2	16,7	7,7	1,8
Садовое	262,0	79,1	37,3	11,2	14,7	11,3	9,1	4,4	1,8
	226,0	67,7	34,1	10,2	3,7	10,7	6,5	3,6	1,3
	248,0	55,5	33,2	9,5	2,4	12,0	6,8	3,5	1,3
Хохол	99,0	77,5	30,0	7,7	1,9	11,8	5,6	2,6	6,9
	81,0	197,3	28,4	8,1	1,9	12,4	6,6	2,7	1,2
	16,0	158,0	28,9	6,4	2,4	9,0	5,7	2,3	0,9
Лиски	1259,0	268,0	27,3	16,7	11,1	11,3	12,9	5,4	1,4
	1298,0	242,7	24,7	15,2	12,0	12,2	13,1	5,1	1,2
	1138,0	254,3	16,5	13,1	7,7	7,0	8,3	3,9	0,9
Нижний Кисляй	1308,0	240,8	27,0	12,2	5,4	14,8	12,4	5,5	1,5
	1037,0	204,6	25,9	8,2	3,1	11,9	8,6	3,9	1,2
	1141,0	214,9	19,8	10,8	4,6	10,9	11,8	4,5	1,4
Елань- Колено	61,0	44,6	18,0	7,2	2,0	11,4	4,6	2,2	1,0
	25,0	50,5	29,4	7,5	2,9	8,6	5,3	2,6	1,1
	129,0	67,2	17,7	8,9	2,8	11,9	6,3	3,1	1,4
Эртиль	591,0	248,0	26,0	7,7	3,0	9,4	7,3	2,5	1,2
	1265,0	178,3	22,9	13,9	8,3	14,4	11,1	4,4	1,5
	1347,0	242,5	27,2	16,1	13,3	15,0	13,5	5,9	1,7
Ольховатка	645,0	13,7	7,8	2,6	2,8	9,4	3,5	0,9	0,4
	50,0	82,2	11,0	5,9	2,3	9,3	6,1	2,0	1,1
	405,0	328,1	19,8	10,2	4,6	13,8	9,1	3,0	1,6
ПДК*		700- 1500	23,0	6,0	3,0	5,0	4,0	6,0	0,1-0,5

* ПДК для ТМ в дефекате отсутствуют. Здесь приведены ПДК ТМ для почв (растворимая форма)

По химическому составу сточная вода сахарных заводов по всем показателям, кроме рН, NH_4 и NO_2 , превышает ПДК. Относительно благоприятная картина по отдельным показателям наблюдается в стоках Рамонского сахарного завода.

Анализируя результаты исследований сточных вод сахарных заводов области и принимая во внимание требования к качеству сточных вод службами надзора, можно заключить, что все сточные воды этих объектов имеют низкое качество очистки и не могут быть использованы для водохозяйственных целей.

Обобщая результаты, нельзя с полной уверенностью расценивать дефекаат исследуемых сахзаводов области в качестве мелиоранта и удобрения, так как по отдельным показателям есть превышение допустимых норм. По всей вероятности до внесения дефеката на поля на каждую 1000 т должен быть сертификат

качества. При соответствии фекалия требуемым нормам он может широко использоваться в качестве мелиоранта и даже удобрения и способствовать решению проблемы эффективной, экономически и экологически выгодной их утилизации. При этом фекалий из категории загрязнителей перейдет в разряд полезных ресурсов.

В отдельных случаях фекалий с небольшим содержанием ТМ можно использовать на черноземах. Высокая буферность этих почв снижает поступление ТМ в растения в 5-10 раз, расширяя тем самым возможности использования фекалий, других отходов и ОСВ в качестве мелиоранта и удобрения.

6. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

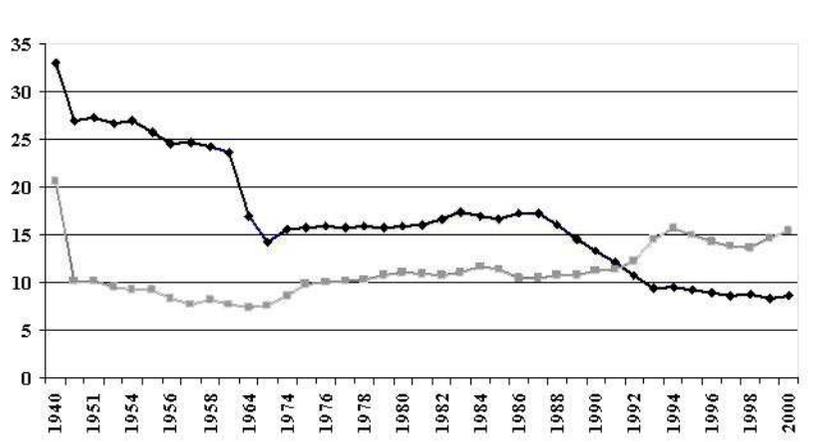
Известно, что уже сейчас от голода на Земле ежегодно умирают от 13 до 18 млн. человек, три четверти из них – дети. Если в целом на планете идет прирост населения (за счет азиатско-африканского населения), то для России наступило очень тревожное время.

Установлено, что наше здоровье зависит от здравоохранения лишь на 8–12%, на 50–55% – от социально-экономических условий, на 20–25% – от состояния окружающей среды и на 18–20% – от генетики. По оценкам большинства специалистов, загрязнение атмосферного воздуха сокращает продолжительность жизни в среднем на 3-5 лет, некачественная вода на 2-3 года, острые пищевые отравления – на 1-2 года. В условиях крупных городов, где вклад автотранспорта в загрязнении воздушного бассейна составляет 80-90%, резко возрастают заболевания населения бронхиальной астмой, хроническим бронхитом, невралгией, ишемией и т.д.

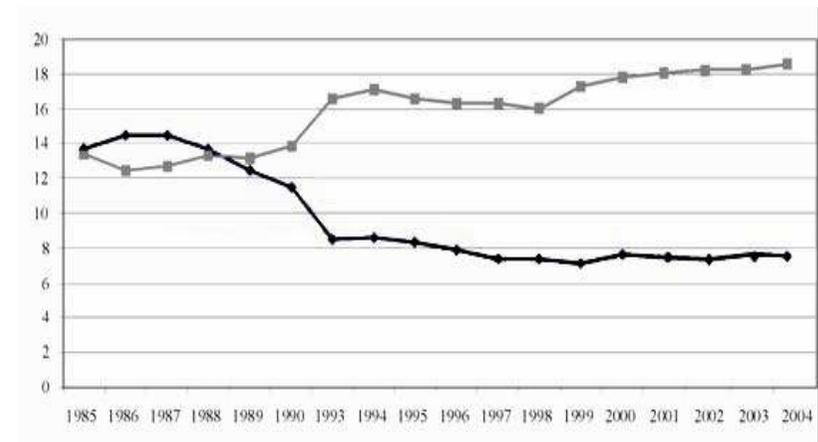
Вклад загрязнения среды обитания человека и его отдельных видов на рост заболеваемости и смертности населения пока носит дискуссионный характер даже среди профессионалов, ввиду сложности взаимодействия многих факторов влияния и трудности выявления фактов заболеваний.

Воздействия загрязнения на организм человека многообразны и зависят от ингредиента загрязнителя, дозы, периодичности и длительности воздействия. Наиболее уязвимы к загрязнению дети, больные, работники вредных производств. По официальным данным в 300 городах России среднесуточные и максимально разовые концентрации газообразных и вредных жидких примесей превышают ПДК, а в 80 городах максимальные разовые концентрации превышают 10 ПДК. Здесь необходимо отметить эффект синергизма, когда на организм человека воздействует не одно вещество, а целый «букет». В таких условиях усиливается действие группы ядовитых веществ на организм в 10-100 раз.

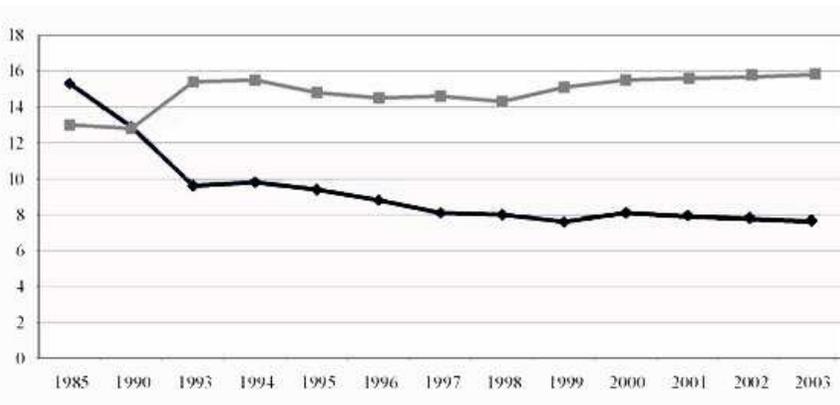
По прогнозам специалистов, если в ближайшее время не будут приняты радикальные меры, то к 2050 году население Россиян сократится на половину, причем останутся люди не совсем физически здоровые. Анализируя данные графиков рождаемости и смертности (рис.4) можно с определенной уверенностью утверждать, что демографическая ситуация по ЦЧР приняла угрожающий характер.



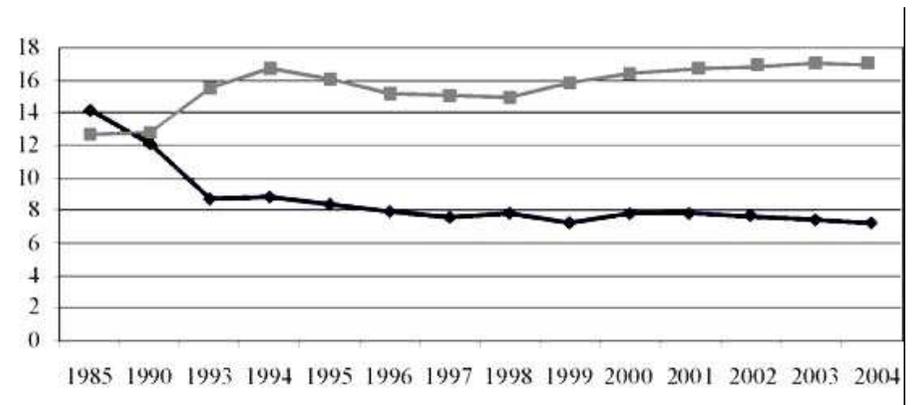
Россия



Воронежская область



Белгородская область



Липецкая область

—◆— Рождаемость —■— Смертность

Рис. 4. Рождаемость и смертность на территории России и некоторых регионов (на 1000 населения)

Анализ вышеизложенного свидетельствует о неблагоприятной демографической ситуации в ЦЧР и Воронежской области. Депопуляция затронула в разной степени все муниципальные образования и сельские населенные пункты области. Смертность в сельской местности в 3 раза больше родившихся, а в городах этот показатель выше в 2 раза.

ВЫВОДЫ

1. Основными источниками техногенного загрязнения природных и антропогенных ландшафтов Центрально-Черноземного региона являются промышленные предприятия, автомобильный транспорт, сточные воды, осадки сточных вод очистных сооружений и крупные города.

2. Ареалы пространственного техногенного загрязнения ландшафтов вокруг крупных промышленных объектов различны и определяются спецификой производства, мощностью объекта, высотой труб выброса загрязняющих веществ, розой ветров и рельефом местности.

3. В зоне влияния ОАО ЛГОК и железорудного карьера по открытой добыче руды ареал техногенного загрязнения, простирается в радиусе до 10 км, где происходит постепенное ожелезнение почв от ежегодных выбросов пыли и газа. В верхнем 0 – 30 см слое черноземных почв ареала загрязнения количество подвижных форм ТМ (Cu, Cr и Ni) превышает ПДК более, чем в два раза.

4. В зоне влияния ОАО Осколцемент в радиусе 500 м на поверхности почв сформировался техногенный слой толщиной от 10 см на промплощадке до 2,5 см на удалении 500 м. Постоянное загрязнение цементной пылью растительного покрова способствует усиленному росту листовой пластинки, нарушению водного баланса, снижению активности ферментов и фотосинтеза в целом. Из древесных растений наибольшей пылеулавливающей способностью характеризуется береза повислая и акация белая.

5. Ареал техногенного загрязнения вокруг ОАО НЛМК наблюдается в радиусе до 3 км, где содержание ТМ (Pb, Zn, Cu, Cr, Ni) в верхнем слое почв превышает ПДК от 4 до 7 раз, что относится к среднему уровню загрязнения земель химическими веществами.

В лесной подстилке и верхнем горизонте почв вокруг Липецкой агломерационной фабрики отмечается интенсивное накопление техногенных элементов Fe, Mn, Ca, Mg и др. Максимальное количество железа (48,38 %) наблюдается в лесной подстилке на расстоянии 100 метров от фабрики и снижается к периферии ареала загрязнения. Вниз по профилю почв концентрация элементов резко падает. Лесные насаждения, опоясывающие Липецкую аглофабрику служат надежной защитой от загрязнения окружающей среды.

6. В зоне влияния химпредприятия по выпуску минеральных удобрений (г. Россошь) наблюдается увеличение площади карбонатных черноземов, появление переувлажнения почв. Под куполом промплощадки уровень грунтовых вод поднялся на 8 – 9 м. Качество воды прудов накопителей (≈ 10 млн м³) по восьми показателям не соответствует ТУ и требуемым нормативам и не может быть использована для орошения, рыбоводства и других целей. Через 10 лет после пуска предприятия питьевая вода колодцев в радиусе 3 – 5 км стала непригодной для питья.

7. Вокруг отдельных предприятий интенсивно загрязняющих воздушный бассейн ежедневно на 1 м^2 листовой поверхности оседает 90 – 120 мг твердых выбросов, что приводит к нарушению физиологических процессов в растениях и в частности, к снижению продуктивности фотосинтеза у тополя пирамидального на 20 – 30 %. Содержание макро- и микроэлементов на загрязненных листьях на 1 – 2 порядка выше по сравнению с контролем.

Максимальное количество вредных выбросов наблюдается в зимне-весенний период года, в связи с чем необходимо увеличивать площади зеленых насаждений в основном за счет хвойных пород, выполняющих фильтрационные функции в течение всего года.

8. Исследование изотопного состава промышленных выбросов (по 30-ти элементам) показало, что выбросы каждого предприятия характеризуются качественным и количественным различием спектров аэрозолей и определенным набором изотопов.

9. Содержание подвижных форм ТМ (Zn, Pb, Cu, Cd, Co, Cr, Ni) в верхних горизонтах черноземов природных ландшафтов ниже, чем в почвообразующих породах. Основная масса вредных ингредиентов накапливается в верхнем 0 – 10 см слое почвенного покрова и слабо мигрирует с глубиной. В гумусовом горизонте этих почв количество ТМ не превышает допустимые нормы ПДК и находится на уровне фона.

Закономерности пространственного и профильного распределения ТМ в почвах зависят от генетических особенностей, физико-химических свойств и гранулометрического состава.

10. Загрязнение окружающей среды крупных городов (г. Воронеж) имеет целый ряд общих закономерностей, однако общность в характере загрязнения не исключает индивидуальные особенности каждого города. Одним из основных источников загрязнения воздуха в городах является автотранспорт.

На городских автомагистралях с потоком автомашин более 5000 штук в час концентрация газовых выбросов превышает ПДК в 3 – 5 – 10 раз. По времени, максимум концентрации газов в воздухе на улицах города приходится на утро с 7^{30} до 10^{30} и дневное время с 15^{00} до 18^{30} .

Концентрация вредных выбросов автотранспорта ниже на тех улицах, где имеются посадки древесно-кустарниковой растительности в 3 – 4 ряда, причем ширина в красной линии должна быть не менее 30 метров с хорошей проветриваемостью и движением автомобилей на максимально разрешенной скорости.

11. В почвенном покрове г. Воронежа наблюдаются значительные изменения не только морфологических, но и физико-химических свойств почв. В почвах и снеговом покрове вокруг отдельных предприятий и вдоль автомагистралей с потоком машин более 6000 единиц в час в двух направлениях, содержание большинства элементов и 3,4 – бенз./а/пирена превышает таковое в контрольных точках.

12. В донных отложениях Воронежского водохранилища происходит интенсивное накопление ТМ (Pb, Cd, Zn, Cu, Mn, Cr и Fe) и нефтепродуктов, причем в верхней зоне водохранилища их содержание на 1 – 2 порядка меньше, чем в нижней и эту часть водохранилища можно отнести к зоне экологического бедствия.

13. Вдоль автодорог с интенсивным потоком транспортного комплекса (более 3 – 4 тысяч единиц в двух направлениях в час) основная масса выбросов (частицы от 0,1 мм до нескольких миллиметров) оседает на удалении 10 – 20 м от дороги, а более мелкие частицы могут достигать удалений на 75 – 100 – 150 м. Зона пространственного загрязнения зависит от скорости транспортного потока, направления ветра, рельефа местности, наличия лесных придорожных полос и других факторов.

14. Сброженные осадки сточных вод городских Левобережных очистных сооружений г. Воронежа можно рекомендовать в качестве органического удобрения под зерновые, кукурузу на силос, многолетние травы на черноземах типичных и выщелоченных со средним содержанием гумуса, тяжелым гранулометрическим составом и нейтральной реакцией среды. В таких условиях при норме внесения в почву 50 т/га ОСВ один раз в пять лет, загрязнение почв и сельхозпродукции исключается.

15. Дефекат некоторых сахарных заводов с небольшим содержанием ТМ и хорошими химическими свойствами можно использовать в качестве мелиоранта и удобрения на черноземах при условии наличия сертификата качества на каждые 1000 т.

16. Неблагополучная демографическая ситуация в ЦЧР и Воронежской области затронула в разной степени все муниципальные образования. Смертность в сельской местности в 3 раза превышает рождаемость, в городе этот показатель выше в 2 раза.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 82 работы, основные из которых следующие:

статьи в изданиях, рекомендованных в ВАК:

1. Нестеров В.Т. Состояние зеленых насаждений городов в связи с загрязнением окружающей среды / В.Т. Нестеров, А.А. Вакулин, Х.А. Джувеликян // Доклады ВАСХНИЛ. – 1978. – № 3. – С. 13-16.
2. Щербаков А.П. Использование сброженных осадков сточных вод городских очистных сооружений на выщелоченных черноземах в условиях Воронежской области / А.П. Щербаков, Х.А. Джувеликян // Агрохимия – 1989. – № 6. – С. 85-89.
3. Свистова И.Д. Осадки сточных вод - регуляторы активности микрофлоры выщелоченного чернозема / И.Д. Свистова, Х.А. Джувеликян // Доклады ВАСХНИЛ. – 1990. – № 8. – С. 20-23.
4. Щербаков А.П. Влияние способов внесения мочевины и природного цеолита на динамику минеральных соединений азота и величину рН чернозема выщелоченного / А.П. Щербаков, Х.А. Джувеликян, Т.В. Лубашевская // Агрохимия. – 1995. – № 7. – С. 15-20.
5. Джувеликян Х.А. Влияние техногенных выбросов промышленных предприятий ЦЧР на агроландшафты и жизнеемкость населения / Х.А. Джувеликян // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Химия, биология. – 2000. – № 1. – С. 46-50.

6. Джувеликян Х.А. Белково-липидно-крахмальные комплексы семян амаранта / Х.А. Джувеликян, А.М. Макеев, Л.А. Мирошниченко // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Химия, биология. – 2001. – № 1. – С. 73-75.
7. Щербаков А.П. Биомониторинг загрязнения почвы газовыми выбросами автотранспорта / А.П. Щербаков, Х.А. Джувеликян, И.Д. Свистова // Экология и промышленность России. – 2001. – № 6. – С. 20-23.
8. Джувеликян Х.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения / Х.А. Джувеликян // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Химия, биология – 2002. – Т. 1., № 1. – С. 64-67.
9. Джувеликян Х.А. Роль железорудной промышленности в загрязнении окружающей среды тяжелыми металлами / Х.А. Джувеликян // Экология и промышленность России. – июль 2002. – С. 26-29.
10. Джувеликян Х.А. Экологическая ситуация территории химических предприятий / Х.А. Джувеликян, Д. Хайнце, В. Шрайбер // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Химия, биология, фармация. – 2003. – № 1. – С. 50-54.
11. Джувеликян Х.А. Тематически ориентированный химический и промышленный парк / Х.А. Джувеликян, Д. Хайнце, Ю.Ф. Епифанцев // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Химия, биология, фармация. – 2003. – № 2. – С. 27-30.
12. Джувеликян Х.А. Роль промышленных предприятий и автотранспорта в загрязнении окружающей среды в условиях глобальной и региональной техногенной нагрузки / Х.А. Джувеликян, В.С. Маликов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Химия, биология, фармация. – 2003. – № 2. – С. 123-127.
13. Джувеликян Х.А. Подвижные формы тяжелых металлов в черноземах незагрязненных ландшафтов / Х.А. Джувеликян // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Химия, биология, фармация. – 2005. – №1. – С. 107-112.
14. Джувеликян Х.А. Тяжелые металлы и нефтепродукты в донных отложениях Воронежского водохранилища / Х.А. Джувеликян, А.Е. Силина, И.И. Косинова // Экология и промышленность России. – май 2006. – С. 22-27.
15. Джувеликян Х.А. Роль автомобильного транспорта в загрязнении воздушного бассейна города и влияние его на здоровье граждан / Х.А. Джувеликян // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Химия, биология, фармация. – 2006. – № 2. – С. 132 – 135.

монографии:

16. Джувеликян Х.А. Экология, город, человек / Х.А. Джувеликян. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос ун-та, 1996. – 104 с.
17. Джувеликян Х.А. Экология и человек / Х.А. Джувеликян. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1999. – 360 с.
18. Научно-образовательный и спортивно-оздоровительный комплекс «Веневиново» / Х.А. Джувеликян [и др.]. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. – 107 с.

статьи, опубликованные в других изданиях:

19. Вакулин А.А. О влиянии антропогенного фактора на почвенно-растительный покров / А.А. Вакулин, Х.А. Джувеликян // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1976. – № 3. – С. 5-8.
20. Джувеликян Х.А. Исследование почвенно-растительных объектов в местах расположения промышленных предприятий и автотранспорта / Х.А. Джувеликян

- ликян // Вопросы судебной экспертизы : экспресс-информация. – 1976. – Вып. 18. – С. 3-4.
21. Выяснение возможности применения нейтронно-активационного анализа (НАА) для исследования промышленных загрязнений в целях установления их источника / Х.А. Джувеликян и [др.] // Экспертная практика и новые методы исследования : экспресс-информация. – 1976, – Вып. 18. – С. 3-8.
 22. Вакулин А.А. Влияние выбросов промышленных предприятий и автотранспорта на почвенно-растительный покров в условиях промышленных центров на примере г. Воронежа / А.А. Вакулин, Х.А. Джувеликян // Агролесомелиоративные исследования в СССР. – 1977. – Вып. 11 (67). – С. 138-139.
 23. Джувеликян Х.А. Зеленые насаждения в системе мероприятий по охране окружающей среды / Х.А. Джувеликян // Тезисы докладов научно-практической конференции молодых ученых и специалистов по охране окружающей среды. – Волгоград, 1977. – С. 65-66.
 24. Лобова Н.А. Системы и методы лабораторного контроля по санитарной охране воздушного бассейна г. Воронежа / Н.А. Лобова, Т.И. Перлова, Х.А. Джувеликян // Актуальные вопросы гигиены, эпидемиологии и инфекционной патологии. – Воронеж, 1977. – С. 51-53.
 25. Джувеликян Х.А. Влияние временного фактора на содержание в почве 3,4 бенз(а)пирена / Х.А. Джувеликян, А.А. Козырев // Экспертная практика и новые методы исследования : экспресс-информация. – 1979. – Вып. 13. – С. 13 – 18.
 26. Ахтырцев Б.П. Влияние промышленных выбросов на почвы в районе крупных индустриально-городских комплексов / Б.П. Ахтырцев, Х.А. Джувеликян, В.Н. Сушков // Химия, физика и мелиорация почв. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1980. – С. 64 – 71.
 27. Джувеликян Х.А. Зеленые насаждения в системе мероприятий по охране окружающей среды в промышленных центрах (на примере г. Воронежа) / Х.А. Джувеликян // Агролесомелиоративные исследования в СССР – 1982. – Вып. 12 /68/. – С. 16 – 18.
 28. Влияние выбросов цементных предприятий на древесные растения / А.А. Вакулин [и др.] // Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации. – 1984. – Вып. 1 /42/. – С. 51-53.
 29. Вакулин А.А. Осадки городских сточных вод – дополнительный источник органических удобрений / А.А. Вакулин, Х.А. Джувеликян // Жилищно-коммунальное хозяйство Белоруссии. – 1986. – № 11. – С. 11-15.
 30. Джувеликян Х.А. Влияние техногенного загрязнения на свойства почв и растений / Х.А. Джувеликян // Плодородие почв Среднерусской лесостепи и пути его регулирования : межвуз. сб. науч. тр. – Воронеж, 1988. – С. 88-96.
 31. Джувеликян Х.А. Загрязнение окружающей среды промышленного центра вредными ингредиентами / Х.А. Джувеликян // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы : материалы 2 всесоюз. конф., М., 28-30 дек. 1987 г. – М., 1987. – Ч.1. – С. 90-91.
 32. Джувеликян Х.А. Загрязнение воздушного бассейна г. Воронежа вредными отбросами / Х.А. Джувеликян // Экология и охрана природы г. Воронежа. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1990. – С. 34 – 37.

33. Джувеликян Х.А. Техногенное загрязнение почв вредными ингредиентами / Х.А. Джувеликян // Агроэкологические проблемы плодородия и охраны почв среднерусской лесостепи : межвузовский сб. науч. тр. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1991. – С. 63-69.
34. Джувеликян Х.А. Техногенное загрязнение черноземов тяжелыми металлами / Х.А. Джувеликян // Природные ресурсы Воронежской области : их воспроизводство, мониторинг и охрана : тез. докл. – Воронеж, 1995. – С. 103-105.
35. Джувеликян Х.А. Влияние канцерогенов и солей тяжелых металлов на почвенно-растительный покров и атмосферный воздух в условиях крупных городов / Х.А. Джувеликян // Экология. Экологическое образование. Нелинейное мышление : 3 международ. конф. – Воронеж, 1997. – С. 68-69.
36. Джувеликян Х.А. Проблема утилизации промышленных отходов в качестве удобрения / Х.А. Джувеликян // Экология и безопасность жизнедеятельности : сб. науч. тр. – Воронеж, 1997. – Вып. 3. – С. 42-52.
37. Джувеликян Х.А. Тяжелые металлы и канцерогены в почвах Воронежа / Х.А. Джувеликян // Токсико-гигиенические аспекты охраны окружающей среды и здоровья населения : сб. науч. тр., посвящ. 30-лет. токсикол. лаб. центра Госсанэпиднадзора в Воронеж. обл. – Воронеж, 1999. – С. 55-58.
38. Джувеликян Х.А. Тяжелые металлы и канцерогены в природных и техногенных ландшафтах Центрального Черноземья / Х.А. Джувеликян // Токсико-гигиенические аспекты охраны окружающей среды и здоровья населения : сб. науч. тр., посвящ. 30-лет. токсикол. лаб. центра Госсанэпиднадзора в Воронеж. обл. – Воронеж, 1999. – С. 62-64.
39. Джувеликян Х.А. Состояние почвенного покрова в зоне влияния АО «Минудобрения» / Х.А. Джувеликян // Черноземы-2000 : состояние и проблемы рационального использования. – Воронеж, 2000. – С. 296-304.
40. Джувеликян Х.А. Жизнеемкость населения и окружающая среда / Х.А. Джувеликян // Математика. Образование. Экология. Гендерные проблемы : материалы международ. конф., 26-30 мая 2003 г. – М., 2003. – С. 178-179.
41. Джувеликян Х.А. Канцерогены в почвах городских ландшафтов / Х.А. Джувеликян // Почвы – национальное достояние России : материалы 4 съезда Докуч. о-ва почвоведов. – Новосибирск, 2004. – Кн. 2. – С. 287-288.
42. Джувеликян Х.А. Черноземы в условиях современной техногенной нагрузки / Х.А. Джувеликян // Черноземы Центральной России: генезис, география, эволюция : материалы международ. науч. конф. – Воронеж, 2004. – С. 79-92.
43. Джувеликян Х.А. Роль предприятий и автотранспорта в загрязнении почвенно-растительного покрова ЦЧР тяжелыми металлами и канцерогенами / Х.А. Джувеликян // Черноземы Центральной России: генезис, география, эволюция : материалы международ. науч. конф. – Воронеж, 2004 – С. 536-540.
44. Джувеликян Х.А. Современная экологическая обстановка почвенно-растительного покрова и водоемов пригородной зоны г. Воронежа / Х.А. Джувеликян, Д.И. Щеглов, В.В. Говоров // Черноземы России : экологическое состояние и современные почвенные процессы. Воронеж, 2006. – С. 130-136.

Награды в области экологии

1. Диплом лауреата премии А.А. Пятунина «Малым рекам – большую жизнь». 1998г.
2. Диплом лауреата премии главы г. Воронежа в области охраны окружающей среды «За личный вклад в дело охраны окружающей среды». 2002г.