

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

На правах рукописи

МАКАРОВ Андрей Олегович

**Оценка экологического состояния почв некоторых
железнодорожных объектов ЦАО г. Москвы**

специальность 03.02.13 – «почвоведение» и
03.02.08 – «экология»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научные руководители:

доктор биологических наук,
Яковлев А.С.

кандидат биологических наук

Тощева Г.П.

Москва - 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СОСТОЯНИИ ПОЧВ И ДРУГИХ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	11
1.1. Виды воздействия объектов железнодорожного транспорта на компоненты окружающей среды.....	11
1.1.1. Механические факторы воздействия.....	11
1.1.2. Некоторые физические факторы воздействия.....	12
1.1.2.1. Шумовое воздействие железнодорожного транспорта	12
1.1.2.2. Электромагнитное воздействие железнодорожного транспорта.....	13
1.1.3. Химические факторы воздействия.....	15
1.1.3.1. Загрязнение компонентов окружающей среды углеводородами	16
1.1.3.2. Влияние железнодорожного транспорта на содержание тяжелых металлов в почвах.....	23
1.1.4. Биологические факторы воздействия.....	27
1.2. Законодательные и нормативно-методические документы, регламентирующие функционирование железнодорожного транспорта и охрану окружающей среды на них.....	28
1.3. Природоохранная стратегия развития ОАО «Российские железные дороги»: направления, проблемы, инновации.....	34
1.4. Опыт реорганизации природоохранной деятельности в зарубежных железнодорожных компаниях.....	38
1.4.1. Компания Bombardier.....	38
1.4.2. Компания Canadian National Railway.....	39
1.4.3. Компания DB Schenker Rail.....	40
1.4.4. Компания Union Pacific Railroad.....	41
1.5. Положение объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта и прилегающих к ним территорий на градостроительном	

плане города Москвы.....	42
1.6. Характеристика почв на территориях транспортной инфраструктуры города Москвы и подходы к их экологическому нормированию.....	44
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	52
2.1. Специфика Москвы как объекта исследования почвовед-эколога, состояние законодательной базы в области охраны почвенно-земельных ресурсов мегаполиса.....	52
2.2. Природные условия и характеристика почв города Москвы.....	54
2.2.1. Физико-географические условия города Москвы.....	54
2.2.1.1. Геологическое строение.....	54
2.2.1.2. Геоморфологическое строение.....	54
2.2.1.3. Климат.....	57
2.2.1.4. Растительный покров.....	58
2.2.1.5. Морфологические особенности городских почв.....	60
2.2.1.6. Грунтовые воды.....	62
2.3. Характеристика экологической обстановки в городе Москве.....	63
2.3.1. Атмосферный воздух.....	63
2.3.2. Водные объекты.....	64
2.3.3. Почвенный покров города Москвы.....	66
2.3.3.1. Агрохимическая характеристика почв.....	68
2.3.3.2. Загрязнение почв тяжелыми металлами.....	69
2.3.3.3. Загрязнение почв бенз(а)пиреном и нефтепродуктами.....	71
2.3.4. Экологическая обстановка в ЦАО.....	75
2.4. Характеристика непосредственных объектов и полевых методов исследования.....	76
2.5. Лабораторные методы исследования.....	111
ГЛАВА 3. ФИЗИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИССЛЕДУЕМЫХ ПОЧВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	113
3.1. Плотность почв.....	113

3.2. Магнитная восприимчивость почв.....	114
3.3. Общие физико-химические и химические свойства почв.....	121
3.3.1. Водная и солевая кислотность почв.....	121
3.3.2. Содержание органического углерода.....	122
3.3.3. Содержание обменного калия.....	123
3.2.4. Содержание подвижного фосфора.....	123
3.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах.....	123
3.4.1. Железнодорожный объект «Белорусский вокзал».....	129
3.4.1.1. Нефтепродукты в почвах «Белорусского вокзала».....	129
3.4.1.2. Бенз(а)пирен в почвах «Белорусского вокзала».....	131
3.4.1.3. Мышьяк в почвах «Белорусского вокзала».....	132
3.4.1.4. Тяжелые металлы в почвах «Белорусского вокзала».....	132
3.4.2. Железнодорожный объект «Три вокзала».....	144
3.4.2.1. Нефтепродукты в почвах «Трех вокзалов».....	145
3.4.2.2. Бенз(а)пирен в почвах «Трех вокзалов».....	145
3.4.2.3. Мышьяк в почвах «Трех вокзалов».....	146
3.4.2.4. Тяжелые металлы в почвах «Трех вокзалов».....	146
ГЛАВА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ (КАЧЕСТВА) ПОЧВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА МОСКВЫ.....	167
4.1. Состояние (качество) почв: отечественные и зарубежные подходы к его оценке и нормированию.....	167
4.2. Индивидуальные показатели оценки состояния (качества) почв..	170
4.3. Интегральные показатели оценки состояния (качества) почв....	188
4.3.1 Расчет суммарного показателя загрязнения почв (Zc).....	190
4.3.1.1. Железнодорожный объект «Белорусский вокзал».....	190
4.3.1.2. Железнодорожный объект «Три вокзала».....	191
4.3.2. Расчет показателя потери экологического качества (ППЭК) почв...	205
4.4. Сопоставление техногенной измененности почв «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов».....	215

ГЛАВА 5. ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЙ АККУМУЛЯЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И МАГНИТНЫХ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВАХ В ПРЕДЕЛАХ ИССЛЕДУЕМЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	217
5.1. Выделение зон в пределах «Белорусского вокзала».....	218
5.1.1. Магнитные оксиды железа.....	218
5.1.2. Нефтепродукты.....	219
5.1.3. Бенз(а)пирен.....	220
5.1.4. Тяжелые металлы.....	221
5.2. Выделение зон в пределах «Трех вокзалов».....	223
5.2.1. Магнитные оксиды железа.....	223
5.2.2. Нефтепродукты.....	223
5.2.3. Бенз(а)пирен.....	223
5.2.4. Тяжелые металлы.....	224
5.3.Выделение зон, характеризующихся повышенными/пониженными значениями величины суммарного показателя загрязнения почв Zc в пределах обоих железнодорожных объектов.....	225
5.4. Общие закономерности выделения зон преимущественной аккумуляции загрязняющих веществ и магнитных оксидов железа в почвах в пределах исследуемых железнодорожных объектов.....	226
ГЛАВА 6. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	262
6.1. Существующие подходы к оценке ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель в Российской Федерации.....	262
6.2. Краткая характеристика использованных методик оценки ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала»....	263
6.3. Результаты оценки ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и	

«Три вокзала».....	279
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	283
ВЫВОДЫ.....	285
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	287

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. В настоящее время существует общее представление о том, что воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду обусловлено а) строительством железных дорог, б) производственно - хозяйственной деятельности предприятий, в) эксплуатацией и г) сжиганием топлива.

Наиболее распространёнными загрязнителями территорий предприятий железнодорожной отрасли являются органические вещества и продукты их сгорания (нефть, нефтепродукты, мазут, топливо, смазочные материалы, полициклические ароматические углеводороды) и тяжелые металлы (железо, марганец, свинец, медь, цинк, кобальт и др.) (Никифорова, 1991; Павлова, 2000; Техногенез..., 2003).

Основной причиной загрязнения железнодорожных путей нефтепродуктами является их утечка из цистерн, неисправных котлов, при заправке колесных букс. Тяжелые металлы попадают в почвы при железнодорожных пространствах при перевозке в открытых вагонах и перегрузке различных руд, минеральных удобрений, истирании проводов и рельсов и при сгорании жидкого и твердого топлива на стационарных и передвижных источниках (Каверина, 2004; Казанцев, 2008).

При этом особенно интенсивное загрязнение почв нефтепродуктами (Каверина, 2004) и тяжелыми металлами (Казанцев, 2008) происходит в непосредственной близости от железнодорожного полотна – в зоне от 0 м (когда, например, углеводородное сырье проникает между шпалами в слой из песка и щебня, что приводит к уплотнению насыпи, ухудшению отвода атмосферных осадков и приводит к деформации или просадкам пути - (Калинин, Сологуб, Казаков, 1986) до 20 м (Каверина, 2004). Тяжелые металлы накапливаются в поверхностном слое почвы, а нефтепродукты могут проникать на большую глубину (Ратанова, 1999).

К сожалению, детальных исследований экологического состояния почв (включая их загрязненность) как полос отвода железных дорог, так и территорий предприятий железнодорожного транспорта (локомотивные и вагонные депо,

железнодорожные и промывочные станции, пункты подготовки пассажирских вагонов и т.д.) в пределах мегаполиса еще не проводилось.

Цель настоящей работы: оценить экологическое состояние почв железнодорожных объектов «Территория грузового двора «Москва-Товарная-Смоленская» («Белорусский вокзал») и «Участок от Ленинградского и Ярославского вокзалов до Николаевского путепровода» («Три вокзала»), расположенных в ЦАО города Москвы.

Задачи:

1. Провести анализ исследований и нормативно-методических документов в области оценки и регулирования состояния почв и других компонентов окружающей среды в зонах влияния железнодорожного транспорта.
2. Изучить физические, физико-химические и химические свойства городских почв железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала».
3. Оценить уровень загрязнения и степень деградации, рассчитать значения интегральных показателей экологического состояния изучаемых городских почв (Z_c , ППЭК).
4. Выделить зоны накопления/снижения содержания загрязняющих веществ и магнитных оксидов железа на территории исследуемых железнодорожных объектов.
5. Оценить достоверность различий между почвами изучаемых железнодорожных объектов и «фоновых» территорий по содержанию загрязняющих веществ и магнитной восприимчивости.
6. Оценить величину ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель исследуемых железнодорожных объектов ЦАО города Москвы, используя различные методические подходы.

Научная новизна. Впервые установлено, что почвы железнодорожных объектов ЦАО города Москвы подвергаются существенной техногенной нагрузке и значимо отличаются от почв прилегающих территорий, условно обозначенных «фоновыми», по содержанию ряда тяжелых металлов, органических загрязнителей и магнитной восприимчивости. Указанная нагрузка складывается из «общегородской» составляющей, характерной для всех функциональных зон мегаполиса, ощутимым компонентом которой являются выбросы автомобильного

транспорта, и составляющей «специфической», обусловленной движением железнодорожных составов и хозяйственной деятельностью на территории объектов железнодорожного транспорта, о чем также свидетельствуют локализации токсикантов и магнитных оксидов железа в почвах вблизи железнодорожного полотна.

К величине стоимости работ по очистке загрязненных территорий железнодорожных объектов, вычисленной при помощи программного комплекса, предназначенного для автоматизации сметного расчета в строительстве, наиболее близок размер вреда, причиненного исследуемым почвам как объекту охраны окружающей среды (федеральная методика 2010 года).

В соответствии с результатами исследований сформулированы следующие **защищаемые положения:**

1. В почвах железнодорожных объектов, расположенных в центре мегаполиса, четко выделяются зоны повышенного/пониженного содержания магнитных оксидов железа, органических токсикантов и тяжелых металлов, находящиеся на определенном расстоянии от железнодорожного полотна.
2. Различный уровень техногенной нагрузки на почвы железнодорожных объектов, определяемый обилием «специфических» факторов воздействия (количество путей, локомотивных депо, трансформаторных подстанций и т.д.), существенно влияет на характер локализаций магнитных оксидов железа, органических токсикантов и тяжелых металлов в почвах внутри объектов и степень отличия загрязненности этих почв от почв сопредельных, «фоновых», территорий.
3. Повышенное содержание загрязняющих веществ в почвах объектов железнодорожного транспорта создает предпосылки для миграции этих веществ в сопредельные городские экосистемы, в том числе приуроченные к селитебной и рекреационным функциональным зонам.

Практическая значимость.

Полученные результаты могут быть предложены ДПиООС города Москвы для разработки принципов рационального природопользования на техногенных городских территориях, в том числе, - сокращения геохимических потоков

загрязняющих веществ из очагов загрязнения в сопредельные ландшафты. Кроме того, на основе этих результатов возможно создание типового проекта рекультивации городских территорий, находящихся в ведении ОАО «Российские железные дороги».

Расчет величин ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов» можно рассматривать в качестве осуществления программы по инвентаризации объектов накопленного экологического ущерба, проводимой Федеральной службой по надзору в сфере природопользования.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Экологическое нормирование, сертификация и паспортизация почв как научная основа рационального землепользования» (Москва, 2010), на конференции молодых ученых в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, 2011), на конференции «Экологические проблемы Подмосковья» (Дубна, 2012), на «XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов»» (Москва, 2013).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ, в том числе 3 в рецензируемых журналах из списка ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы, включающего _ отечественных и _ зарубежных работ, и приложения. Содержательная часть диссертации изложена на _ страницах, иллюстрирована _ рисунками, _ таблицами.

Благодарности. Выражаю глубокую признательность научным руководителям профессору А.С. Яковлеву и кандидату биологических наук Г.П. Тощевой за руководство, ценные советы по научной работе, всестороннюю помощь и поддержку. Искренне благодарен ст.н.с. кафедры общего земледелия, к.с/х.н., Ю.Л. Мешалкиной за ценные консультации.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СОСТОЯНИИ ПОЧВ И ДРУГИХ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

1.1. Виды воздействия объектов железнодорожного транспорта на компоненты окружающей среды.

В настоящее время существует общее представление о том, что воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду обусловлено а) строительством железных дорог, б) производственно - хозяйственной деятельности предприятий, в) эксплуатацией и г) сжиганием топлива.

По мнению ряда исследователей (Кудрин, 1995; Каверина, 2004 и др.), факторы воздействия объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) механические (твердые отходы, механическое воздействие на почвы строительных, дорожных, путевых и других машин);
- 2) физические (тепловые излучения, электрические поля, электромагнитные поля, шум, инфразвук, ультразвук, вибрация, радиация и др.);
- 3) химические вещества и соединения (нефтепродукты, ПАУ, соли тяжелых металлов, кислоты, щелочи, альдегиды, краски и растворители, органические кислоты и соединения и др.), которые подразделяются на чрезвычайно опасные, высоко опасные, опасные и малоопасные;
- 4) биологические (формирование флоры полос отвода, микрофлоры почв железнодорожных объектов и прилегающих территорий).

1.1.1. Механические факторы воздействия.

Механическое воздействие проявляется в давлении поездных составов, строительных, путевых машин, перемещающихся или непосредственно по рельсам или на участках, прилегающих к железнодорожным путям, на почвенные горизонты, в ходе которого уплотняется почва, нарушается ее структура и текстура, изменяется водный и газовый баланс в почвах. В большинстве случаев это влечет за собой изменение особенностей миграции и перераспределения химических элементов и их соединений. В переуплотненных почвах повышены

концентрации таких тяжелых металлов, как марганец, титан, барий, стронций (Казанцев, 2008).

К числу механических факторов воздействия следует отнести и образование свалок твердых отходов на территории железнодорожных объектов. Как известно, в открытых вагонах перевозятся грузы, не теряющие своих свойств от атмосферных осадков (преимущественно исходное сырье - угли, руды, ископаемые материалы), с поверхности которых сдуваются легкие пылеватые частицы (Каверина, 2004). Ежегодно при перевозке и перегрузке грузов из вагонов в окружающую среду поступает около 3,3 млн. т руды, 0,15 млн. т солей и 0,36 млн т минеральных удобрений (Павлова, 2000). Загрязняющие вещества от образующихся свалок в полосе отвода железнодорожного транспорта разносятся воздушными массами на прилегающие пространства, формируя геохимические аномалии (Алексеенко, 2000, 2003; Кобата-Пендиас, Пендиас, 1989; Касимов, 2000; Ковда, 1976, 1985; Перельман, 1975).

1.1.2. Некоторые физические факторы воздействия.

1.1.2.1. Шумовое воздействие железнодорожного транспорта.

Железнодорожный транспорт является источником нежелательных звуков, создающих акустический дискомфорт. На уровень шума наиболее влияние оказывают интенсивность, скорость движения, тип поезда и тип двигателя, разновидность шпал, а также планировочные решения, включающие наличие зеленых насаждений и ограждения.

Показателями шумового воздействия являются интенсивность, высота звуков и продолжительность воздействия (Каверина, 2004).

Интенсивность характеризует величину звукового давления, которое оказывают звуковые волны на барабанную перепонку уха человека, и измеряется в децибелах (дБА). Персонал транспортных предприятий, непосредственно занятый в перевозочном процессе и ремонте подвижного состава, работает в условиях повышенной интенсивности шума. Железнодорожный транспорт характеризуется высокими уровнями шумового воздействия, уступая лишь авиационному транспорту. При этом строительство аэропортов осуществляется на некотором

удалении от населенных пунктов, в то время как железнодорожные пути проходят непосредственно через селитебные зоны.

Высота звука определяется частотой колебаний среды и измеряется в герцах (Гц). Интересно, что значительное физиологическое воздействие на организм человека оказывают неслышимые инфразвуки, источников которых много на железнодорожном транспорте - компрессорные установки, тормозные системы поездов, тяговые электродвигатели, дизели и т.д. Порог переносимости инфразвука - 140 – 155 дБА. При длительном действии такого инфразвука в организме развиваются психофизиологические отклонения от нормы, которые носят устойчивый характер. В транспортных процессах инфразвуку сопутствуют высокочастотные звуки акустического диапазона. Значительный вклад в шумовой фон больших городов дает перемещение железнодорожных составов. Так при движении поезда высота звуков обычно составляет 500 -800 Гц.

Существенным показателем шумового воздействия является его продолжительность. Длительное шумовое воздействие рассматривается как один из факторов, вызывающих повышенную заболеваемость. Рост городов сопровождается ускоренным, развитием транспорта - автомобильного, городского, железнодорожного, воздушного. Вредное шумовое влияние усиливается под действием вибрации, загазованности и других видов воздействия. Эффективным методом борьбы с шумовым загрязнением является создание защитных лесополос, а также строительство непроницаемых ограждений. Эти меры существенно сокращают и химическое воздействие подвижного состава на окружающую среду.

1.1.2.2. Электромагнитное воздействие железнодорожного транспорта.

К сожалению, железнодорожный транспорт занимает ведущее место в качестве загрязнителя окружающей среды электромагнитным излучением (ЭМИ) (Каверина, 2004). Электромагнитные поля (ЭМП) возникают в присутствии электрического тока электрифицированных линий железных дорог. Электромагнитное поле определяется как электростатическими взаимодействиями, возникающими между заряженными частицами, так и магнитной составляющей ЭМП. Обе составляющие ЭМП (электростатическая и магнитная) различаются и по

степени биологической активности и по устойчивости во внешней среде: так, электрические поля почти полностью блокируются естественными преградами (особенностями рельефа местности, деревьями, постройками), в то время как магнитные поля способны проникать через них (Гичев, 1999).

Применительно к человеку электрические поля задерживаются поверхностными тканями, однако при уровне ЭМИ в 100 мВт/см и выше выявлено отрицательное влияние на здоровье персонала железной дороги (Маслов, 1995). Ишемическая болезнь сердца у машинистов электролокомотивов регистрируется, начиная с 20 – 29 лет, и встречается в 2 раза чаще, чем у машинистов пригородных электропоездов (Анализ..., 1995). Обследование населения одного из районов г. Новосибирска выявило более высокое распространение гипертонической болезни среди населения, постоянно проживающего в домах, расположенных на расстоянии менее 100 м от линий электропередач (Экологические..., 1996).

По характеру биологического воздействия источники ЭМИ разделяются на две группы. К первой относятся источники крайне низких и сверхнизких частот. Под их воздействием происходит нарушение электрофизических процессов в центральной нервной и сердечно-сосудистых системах, функции щитовидной железы и систем гипофиза. Ко второй группе относятся источники ЭМИ радиочастотного и микроволнового диапазонов. При нахождении людей и животных под таким полем в теле возникают тепловые разряды.

Один из ключевых эффектов воздействия ЭМП заключается в изменении (в большую сторону) внутриклеточной концентрации ионов кальция, что уже используется в медицине для ускоренного заживления костных переломов. Однако в условиях постоянного воздействия ЭМП возможно неконтролируемое накопление кальция во всех органах и тканях.

Группа исследователей в Великобритании, высказала предположение о способности высоковольтных систем «притягивать» радоновый аэрозоль (Boulton, 1996; Henshaw, 1996; Toburen, 1996). В этом случае радон может воздействовать на людей через дыхательные пути и легкие. Это очень опасно, учитывая канцерогенные свойства радона.

К сожалению, до сих пор не установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) экспозиции ЭМП, а существующие нормативы не учитывают вероятные отдаленные последствия длительных воздействий малых доз ЭМИ, обладающих кумулятивным биологическим эффектом. В виду активного расширения области применения ЭМИ, проблема электромагнитных полей становится одной из важнейших экологических задач современности.

Всемирная организация здравоохранения включила вопрос о снижении электромагнитного загрязнения среды обитания человека в число приоритетных задач на ближайшие пять лет.

1.1.3. Химические факторы воздействия.

Показано, что достаточно крупные и длительное время действующие железнодорожные узлы и их линейные подразделения оказывают влияния на относительно большие прилегающие территории, выражающиеся в превышении существующих санитарно-гигиенических нормативов на расстоянии до 550-1000 метров от железнодорожного полотна (Каверина, 2004).

Наиболее распространёнными загрязнителями территорий предприятий железнодорожной отрасли являются органические вещества и продукты их сгорания (нефть, нефтепродукты, мазут, топливо, смазочные материалы, полициклические ароматические углеводороды) и тяжелые металлы (железо, марганец, свинец, медь, цинк, кобальт и др.) (Никифорова, 1991; Павлова, 2000; Техногенез..., 2003).

Поступление загрязняющих веществ на прилегающие территории происходит двумя путями: смыв с поверхности транспортных магистралей осадками и перенос фракций с низким давлением паров воздушными потоками. Второй путь обуславливает присутствие загрязнителей на значительном расстоянии (до 1 км) от источника выбросов. При этом исследования показали, что весьма эффективным препятствием, экранирующим поступление нефтепродуктов на прилегающие к дорогам пространства, являются древесные насаждения.

Загрязнители, поступая на поверхность почвы, включаются в процессы миграции веществ, которые происходят под воздействием токов влаги. Содержание

загрязняющих веществ на поверхности и в глубине почвенного профиля, как правило, неодинаково. Этот факт объясняется существованием в почве барьеров, среди которых наиболее значимы сорбционные - гумусовые и иллювиальные. Разные фракции нефтепродуктов по-разному взаимодействуют с геохимическими барьерами. Тяжелые фракции малоподвижны и быстро оседают на сорбционных барьерах, обуславливая накопление нефтепродуктов в гумусированных горизонтах. Легкие фракции подвижны и слабо закрепляются на барьерах. Они легко мигрируют с токами влаги вглубь почвенного профиля и обнаруживаются на значительном расстоянии от источника поступления (Каверина, 2004).

1.1.3.1. Загрязнение компонентов окружающей среды углеводородами.

С момента зарождения железных дорог основным видом топлива был уголь (Сотников, 1993). При его сгорании в окружающую среду выбрасывалось большое количество загрязняющих веществ, в том числе угольная зола, содержащая большое количество тяжелых металлов и углеводороды. Составить точное представление о составе и количестве загрязнителей сложно. Это связано с большим разнообразием месторождений ископаемого топлива.

Однако известно, что при любых режимах горения в атмосферу выбрасывается наиболее распространенное канцерогенное вещество 3,4 - бенз(а)пирен. Он относится к «долгоживущим» полициклическим ароматическим углеводородам (ПАУ), т.е. углеводородам, состоящим из двух и более ароматических колец, которые медленно проникают через мембраны, накапливаются в организме и стимулируют образование злокачественных опухолей.

В результате научно-технической революции произошли существенные изменения в техническом оснащении железной дороги. Изменения коснулись, главным образом, подвижного и тягового состава, что отразилось на качественных и количественных характеристиках выбросов загрязняющих веществ. После 1965 года в результате перевода транспорта на жидкое топливо и электрическую тягу, перечень загрязняющих веществ дополнился целым рядом компонентов.

Появление электровозов позволило обеспечить более надежную и экологически чистую работу транспорта на прогонных участках (Каверина, 2004).

Но это не сократило загрязнение на маневровых территориях, где в качестве тяговых локомотивов часто используются тепловозы с дизельными силовыми установками. Режим работы маневровых локомотивов менее стабилен по сравнению с «поездными», поэтому и выделение токсичных веществ у них в несколько раз больше. Одна секция тепловоза выбрасывает в атмосферу за час работы 28 кг оксида углерода, 17,5 кг оксидов, азота, до 2 кг сажи (Государственный..., 1997). Не случайно самый высокий уровень загрязнения воздушной среды характерен для железнодорожных станций и прилегающих к ним пространств, и напрямую зависит от количества работающих локомотивов. При работе тепловозов в атмосферу выделяются отработавшие газы, по составу аналогичные выхлопам автомобильных дизелей (Павлова, 2000; Еланский, 2002). Главную роль в формировании техногенных потоков углеводородов на железнодорожном транспорте играют транспортировка, хранение и использование нефтепродуктов. Сжигание 1 тонны нефтепродуктов приводит к выделению 0,25 кг углеводородов, а при сжигании 1 тонны угля - 0,16 кг. Наименьшее количество углеводородов (0,48 кг/млн м³) выделяется при использовании природного газа (Скурлатов, 1994).

Различные по составу и свойствам углеводороды проникают во все компоненты природного комплекса: испаряются в атмосферу, мигрируют с поверхностными и подземными водотоками, депонируются в почвах и донных отложениях. Происходит это в ходе многочисленных утечек, аварии, сбросов загрязненных вод на всех стадиях использования углеводородного сырья.

Углеводороды и нефтепродукты исследуются в дождевых, талых и сточных водах, поступающих на очистку от различных производств и служб железных дорог. Внимание к этим объектам еще раз подтверждает, что основными путями миграции загрязняющих веществ на железнодорожном транспорте считаются воздушная и водная среды (Вертинская, 1980; Савельева, 1980; Попович, 1993).

По количеству выбросов среди подвижных источников загрязнения атмосферы железнодорожный транспорт занимает второе место после автотранспорта. На

пространствах, прилегающих к железным дорогам, происходит накопление загрязняющих веществ (Никифорова, 1991; Павлова Е.И., 2000; Техногенез..., 2003). Почва, растения являются депонирующими (аккумулирующими) средами, химические составляющие которых, точно индицируют длительность загрязнения. При этом сезонные и годовые циклы воздействия характеризуются по снегу и растениям, а многолетние по почве (Эколого-геохимические оценки ..., 1990; Козаренко, 1997; Припутина, 1997).

Загрязнения нефтепродуктами территорий является одной из наиболее насущных проблем железнодорожной отрасли. Накопление углеводородов в почве при железнодорожных территориях происходит за счет прямого смыва нефтесодержащих веществ с подвижного состава, а также при аккумуляции аэрозолей из воздуха. При мойке составов в локомотивных и вагонных депо образуются значительные объемы стоков, содержащих нефтепродукты. Из вагонов-цистерн на пути во время перевозок вследствие негерметичности клапанов и сливных приборов, неплотностей люков теряются нефтепродукты.

При остановке и трогании поездов из букс колесных пар выливаются жидкие смазочные материалы. Поверхность земли, примыкающей к полотну железной дороги, и балластный слой самого полотна загрязняются топливом и смазочными маслами, зачастую на значительную глубину (Ратанова, 1999). Накопленные нефтепродукты снижают прочность и устойчивость земляного полотна. Углеводородное сырье проникает между шпалами в слой из песка и щебня, что приводит к уплотнению насыпи, ухудшению отвода атмосферных осадков и приводит к деформации или просадкам пути (Калинин, 1986).

Единственно возможным средством борьбы с этими негативными явлениями является полная замена земляного полотна. На линиях с большой грузонапряженностью и высокими скоростями движения замена балластного слоя производится через каждые 7-8 лет. Общие объемы, образующихся нефтесодержащих грунтов, представляют серьезную опасность для окружающей среды при отсутствии мероприятий по их рекультивации. Кроме того, утечки и разливы нефтепродуктов также приводят к загрязнению прилегающих территорий, инфильтрации их на глубину до 200 см. Такое просачивание приводит к

необратимым изменениям свойств почв, потере плодородия, изъятию значительных территорий из хозяйственного использования (Солнцева, 1980, 1998).

При изучении Воронежского железнодорожного узла (включает отдельные участки города Воронежа и пригородные территории) Н.В. Кавериной (2004) удалось установить основные закономерности загрязнения почв углеводородами – в первую очередь, нефтепродуктами. Исследователь отмечает, что для Воронежа нефтепродукты являются доминирующими загрязнителями, при этом основным его источником служит автотранспорт, а воздействие железной дороги на почву можно считать незначительным. В тоже время наибольшие концентрации нефтепродуктов выявлены на территории станций, расположенных в городской черте, а меньшие характерны для пригородных территорий. Об этом свидетельствуют данные почвенного анализа профиля прогонного участка Воронежского узла на территории Усманского бора (табл. 1.1.). На данной территории железная дорога единственный источник углеводородов в почве. Содержания нефтепродуктов отличаются в целом невысокими значениями, как на глубине 0-20 см, так и на 90-100 см, но достигают фоновых значений (15 мг/кг) лишь на расстоянии один километр (рис. 1.1.). Статистическая обработка показывает, что выбранные для отбора точки профиля (согласно степенной функции $Y = 10 * x^{2.5}$ при величине достоверности аппроксимации $R^2 = 0,99$) полностью выявили характер распространения нефтепродуктов. **Содержание нефтепродуктов находилось в обратной зависимости от расстояния до железнодорожного полотна** ($r = - 0,58$). При этом, наиболее высокие концентрации нефтепродуктов в почвах отмечаются на расстоянии 0-10 (25) м от головки рельса (рис. 1.1., 1.2.).

Табл. 1.1. Средние содержания нефтепродуктов в почве поперечного профиля на территории Усманского бора (Каверина, 2004)

Глубина исследования	Расстояние до крайнего железнодорожного пути, м															
	1		10		25		65		135		325		550		1000	
	\bar{X}	K_k^*	\bar{X}	K_k												
0-20	312	20,8	157	10,5	91,7	6,11	60,0	4,00	46,7	3,11	33,4	2,23	16,7	1,11	15,0	1,00
90-100	79,5	-	57,0	-	56,7	-	41,0	-	40,0	-	31,7	-	15,0	-	15,0	-

Примечание: *-коэффициент концентрации, т.е. отношение среднего содержания исследуемого компонента в приповерхностном слое почвы к его среднему фоновому значению (ПДК)

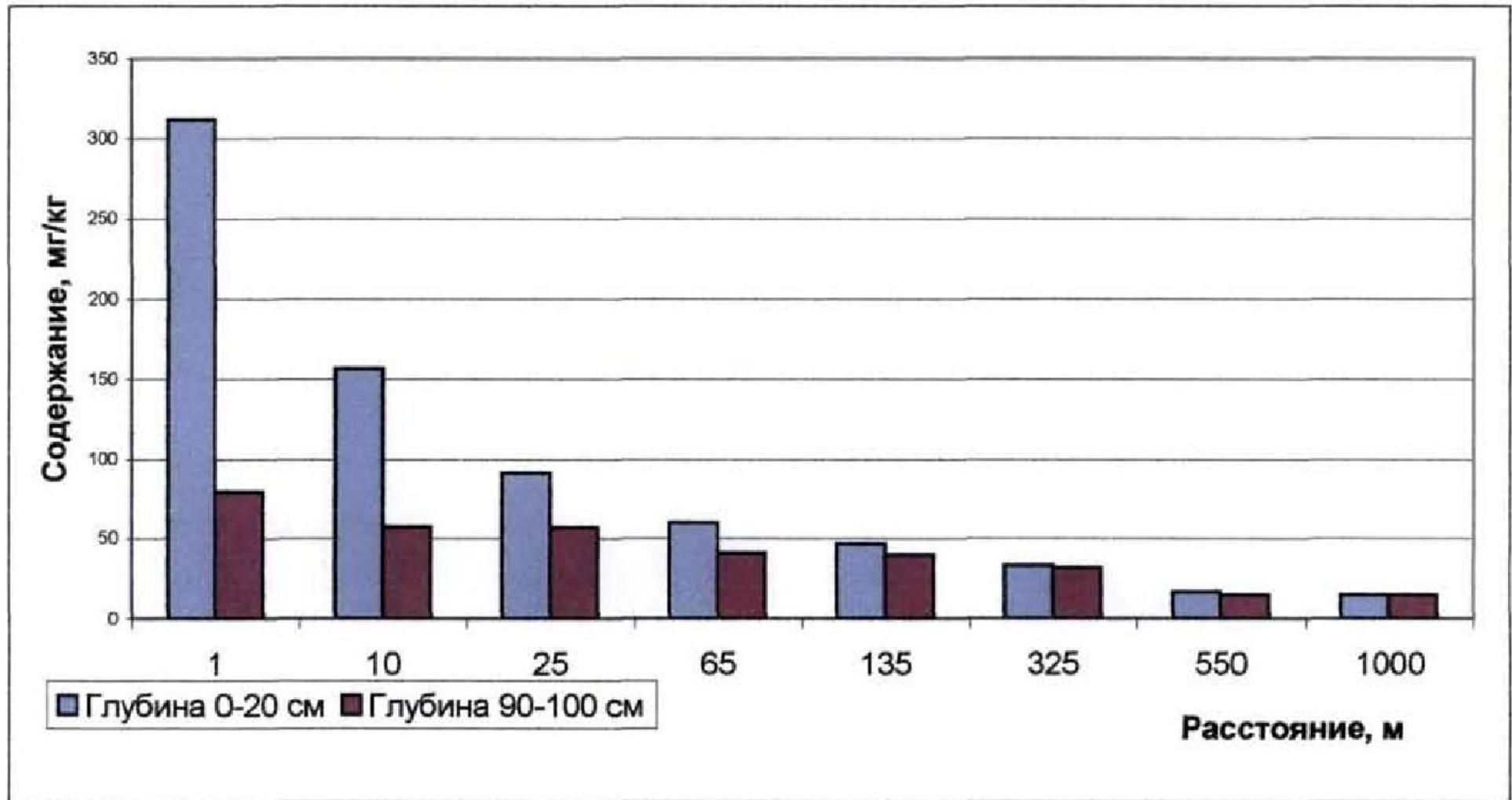


Рис. 1.1. Распространение нефтепродуктов в поперечном профиле территории Усманского бора (Каверина, 2004)

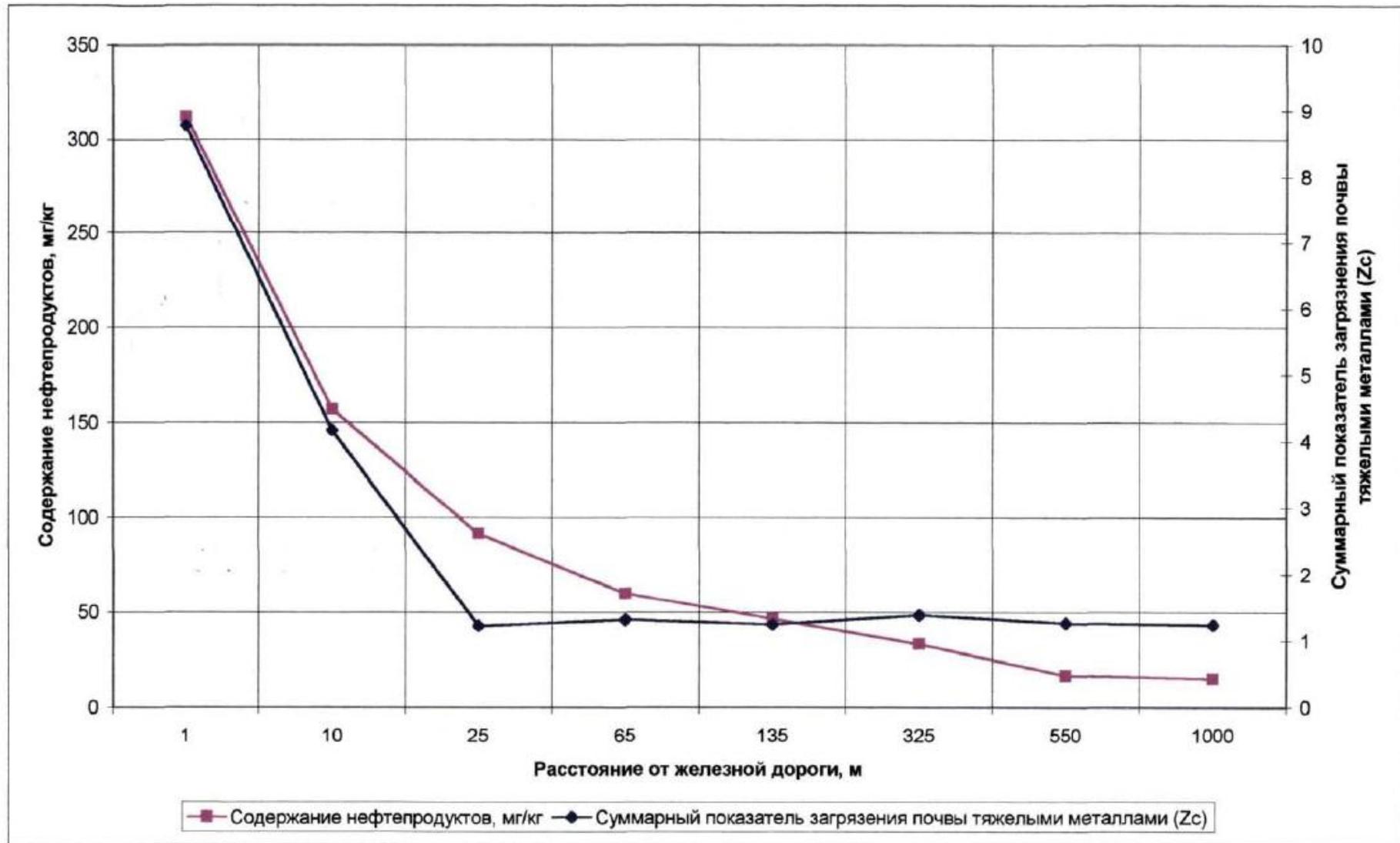


Рис. 1.2. Накопление нефтепродуктов и тяжелых металлов (по Zc) в поперечном профиле между ст. Шуберская и ст. Боровая (Каверина, 2004)

1.1.3.2. Влияние железнодорожного транспорта на содержание тяжелых металлов в почвах.

Содержание тяжелых металлов в природных компонентах железнодорожных объектов и прилегающих к ним территорий во многом обусловлено влиянием продуктов деятельности железнодорожного транспорта, влиянием полотна транспортной магистрали и влиянием перевозимых по дороге грузов.

Среди тяжелых металлов в выхлопных газах двигателей тепловозов наиболее приоритетными по объему выбросов являются свинец, а также, медь, никель, хром. Все они содержатся в продуктах переработки нефти, таких как бензин и дизельное топливо (Казанцев, 2007).

При истирании ходовой части в окружающую среду поступает пыль, содержащая тонкодисперсные частицы, в которой наиболее токсичным элементом являются соединения цинка.

Химическое влияние транспортной магистрали на окружающую среду складывается из влияния химического состава балластного слоя и земляного полотна, литолого-химического состава щебня. В состав частично используемого асфальто-битумного покрытия зачастую входят цинк, никель, медь, ванадий. В настоящее время широкое применение получило применение железобетонных шпал, в составе которых определены такие тяжелые металлы, как цинк, свинец, хром («Охрана окружающей...», 1999; «Охрана труда...», 1993).

Неудовлетворительное техническое состояние подвижного состава и железнодорожных путей не способствует энергосбережению на транспорте и повышению экологической безопасности отрасли. Увеличение степени износа подвижного состава приводит к увеличению расхода энергоносителей, что увеличивает вредные выбросы в окружающую среду.

Большинство исследователей (Карминский, Колесников, Жданов и др., 2004; Павлова, Буралев, 1998) отмечают, что большой вклад в загрязнение почвы тяжелыми металлами на железнодорожном транспорте имеет рассыпание, испарение, утечка грузов на путь и межпутье с грузовых вагонов. Более четверти парка грузовых вагонов построены по устаревшим нормам прочности и практически выработали свой ресурс. Прежде всего, это относится к парку вагонов - цистерн, половину которого составляют вагоны — цистерны, построенные до

1973 года (Карминский, 2004). При эксплуатации все типы вагонов оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду. Факторы воздействия грузовых вагонов на окружающую среду рассмотрены в табл. 1.2. При погрузке, выгрузке и перевозках в вагонах сыпучих грузов происходит частичное распыление этих грузов достигающее до 8%. Чем выше скорость движения поездов, тем больше потери от распыления.

Табл. 1.2. Факторы воздействия на окружающую среду при эксплуатации различных типов грузовых вагонов по В.Д. Карминскому* (2004) и Н.И. Зубреву** («Охрана труда...» 1993)

Тип вагона	Рассыпание** груза	Утечка* груза	Испарение* груза
Универсальный	+	+	+
Специальный	-	+	+
Вагон-платформа	+	+	-
Полувагон	+	+	-
Крытый вагон	-	+	-
Вагон-цистерна	-	+	+
Вагон-хоппер	+	+	-
Вагон-думпкар	+	+	-

По данным ВНИИЖТа (Карминский, Колесников, Жданов и др, 2004), общее количество потерь при перевозках минеральных удобрений насыпью в крытых вагонах составляет 8,6%. А при перевозках в полувагонах - 28, 1%. При перевозках в универсальных вагонах ежегодно теряется около 7 % руды и более 3 % цемента, которые могут содержать тяжелые металлы. Общие безвозвратные потери перевозимых железнодорожным транспортом сыпучих грузов превышают нормативную убыль не менее чем в три раза (Свинцов, Суровцева, Тишкина, 2006).

При эксплуатации подвижного состава образуется металлическая пыль за счет истирания рельсов и рельсовых переводов, а также колес и тормозных колодок (Казанцев, 2007). Эта пыль тоже содержит тяжелые металлы, которые входят в состав данных деталей. Если поезд движется равномерно по прямой, выход металлической пыли невелик, но он резко возрастает при торможении. Пыли при этом образуется много, так как допускается износ рельса до 6 мм. На поверхности трущихся частей образуется пленка, обладающая смазывающими свойствами и ориентированная в направлении скольжения. Пленка переноса в зависимости от режима трения может находиться в твердом или вязко-текучем состоянии, а

температура плавления ее на 15°C превышает температуру плавления исходного материала. Повышение температуры в зоне трения приводит к расплавлению пленки, образованию из нее скатки и выносу из зоны трения (Гарин, Кленова, Колесников, 2005). Именно эта пленка может содержать тяжелые металлы и являться источником загрязнения почвы.

Для отопления вагонов зачастую используется уголь, при сгорании которого в атмосферу выбрасываются различные загрязняющие вещества, в том числе и тяжелые металлы. Характер распределения данных выбрасываемых веществ по поверхности почвы, определяется не только влиянием метеорологических, топографических и геохимических факторов данного места, где произошел выброс, но и специфическими особенностями, например, конструкцией вагона. При этом, степень разбавления выброса атмосферным воздухом находится в непосредственной зависимости от расстояния, на которое этот выброс произошел. В связи с тем, что согласно габаритам «Т» (Гарин, Кленова, Колесников, 2005) подвижного состава максимальная высота от уровня верха головки рельса составляет не более 5700 мм, то снижение концентрации выбросов как правило не происходит, что не влечет за собой уменьшение загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами. Однако влияет скорость ветра на распределение элементов по поверхности земли от подвижного состава. Чем выше скорость поезда, тем интенсивнее происходит перемешивание выброса с атмосферным воздухом, тем ниже концентрация загрязнителя в атмосфере и тем меньшее количество продуктов выпадает на единицу поверхности (Киселева, Васильев, Гаранина, 2002).

Большое значение на рассеивание выбросов от проходящего подвижного состава оказывает температурная инверсия. В инверсионных условиях ослабляется турбулентный обмен, в связи с чем, ухудшаются условия рассеивания выбросов. Если движущийся подвижной состав попадает в условия дымки или тумана, то на распределение загрязнителей оказывает влияние влажность воздуха. При высокой влажности в связи с утяжелением частиц за счет конденсации влаги выбросы концентрируются в более узком приземном слое атмосферы и выпадают на земную поверхность (Казанцев, 2007).

Также на распределение продуктов выбросов от подвижного состава по земной поверхности существенно влияет рельеф, создаваемый при строительстве

железнодорожного полотна, поскольку он, во-первых, изменяет характер движения воздуха, что приводит к изменению полей концентрации загрязнителей, и, во-вторых, участвует в перераспределении продуктов выброса, уже попавших на земную поверхность (Большаков, Гальпер, Клименко, 1978)

В весенне-летнее время на земляном полотне железнодорожного пути появляется растительность, что неблагоприятно сказывается на его техническом состоянии: ухудшается отвод вод, разрушается структура основания, уменьшается сцепление в балластном слое, что может привести к деформации полотна («Методика прогнозирования...», 2005). Для борьбы с растительностью применяют различные пестициды и ядохимикаты, в состав которых зачастую входят тяжелые металлы (Карминский, Колесников, Жданов и др., 2004). Их распыскивают до 10 м от полотна дороги (уничтожитель растений УР-1) («Охрана окружающей...», 1999). Во многих случаях стоимость уничтожения растительности на железнодорожном полотне составляет от 1 до 10 % всех расходов на содержание пути.

На содержание тяжелых металлов в почвах отводов железных дорог оказывает влияние их миграция из деревянных шпал, пропитанных антисептиками, в которых они нередко содержатся («Методика прогнозирования», 2005; Шанайца, Москалев, 2003).

Некоторые исследователи (Прохорова, 2002) указывают, что железные дороги способствуют накоплению Pb, Zn, Cu, Ni, другие (Цветкова, 1975) Fe, Co, Cr в почвах.

Детальное изучение загрязненности почв и растительности полосы отвода железной дороги в Самарской области проведено И.В. Казанцевым (2007). В этих исследованиях определено, что элементный ряд накопления тяжелых металлов в почвах полосы отвода представляет следующее: $Fe > Mn > Pb > Cu > Zn > Ni > Co > Cr > V > Ti$. Для почв отвода дороги характерно очень близкое к фоновому уровню содержание Ti, Co, Cr, Ni, V, более высокое содержание Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, (в 1,2-2 раза). Вариационный ряд содержания тяжелых металлов в почве полосы отвода железных дорог совпадает с рядом, характерным для Самарской области.

Кроме того, в исследовании И.В. Казанцева (2007) оценено количественное содержание тяжелых металлов в древесных и травянистых видах полосы отвода

железной дороги. Установлено, что накопителями тяжелых металлов среди древесных растений полосы отвода являются *Acer negundo* и *Ulmus pumila*, травянистых - *Aegorodium podagraria*. Тяжелые металлы накапливают в минимальных количествах, среди травянистых растений - *Convallaria majalis*, среди древесных растений полосы отвода – *Pinus sylvestris*. Накопление тяжелых металлов растениями полосы отвода железных дорог повторяет кривые накопления данных элементов растениями Самарской области. Таким образом, железнодорожный транспорт в данном регионе оказывает влияние на содержание тяжелых металлов и их накопление растениями, однако это накопление еще не перешло границы, когда «ломаются» законы биологической аккумуляции. Накопление большинства тяжелых металлов в листьях древесных и кустарниковых растений и в фитомассе трав не превышает среднего значения по области. Частые превышения ПДК и других нормативных показателей выявлены по содержанию в растениях Cu, Fe и Mn. Для Самарской области установлена закономерность распространения тяжелых металлов в сторону от железнодорожного полотна, согласно которой наиболее загрязнены почвы на отрезке 0-20м и концентрация тяжелых металлов снижается при перпендикулярном движении в сторону от головки рельса. В целом, отмечается, что железнодорожный транспорт является умеренно- активным поставщиком тяжелых металлов в объекты окружающей среды, главным образом, - в почвы и растительность.

1.1.4. Биологические факторы воздействия.

Железные дороги являются мощным фактором формирования флоры прилегающих к ним территорий. Строительство железных дорог затрагивало самые отдаленные участки, преобразая и превращая их в единый техногенный ландшафт, со сходными условиями произрастания. При этом среди основных факторов, влияющих на смену фитоценозов можно выделить наиболее важные (Каверина, 2004):

1. Вмешательство технических средств на этапах строительства и реконструкции дорожного полотна: нарушение целостности почвенного покрова, уничтожение древесно-кустарникового яруса и т.д. Сплошная вырубка леса под железную

дорогу приводит к полному обезлесиванию, что провоцирует гибель тенелюбивых растений и интенсивное развитие светолюбивых.

2. Осуществление специальных мелиоративных приемов (искусственное водоотведение и др.) способствует возникновению конкуренции между видами. Растения, наиболее требовательные к влагообеспеченности, оказываются менее жизнеспособными в сложившихся условиях и обречены на гибель.

3. Загрязнение атмосферного воздуха влияет на возникновение у растений угнетение роста, хлорозы, некрозы, отмирание цветочных почек и даже гибель. Наиболее чувствительные виды растений вытесняются за пределы зоны интенсивного воздействия железнодорожного транспорта.

4. Острое токсическое действие бытовых сливов из вагонов на растения, сопровождающееся изменением pH и избыточной аммонификацией почвы.

5. Уничтожение растений травянистого и мохового ярусов в результате пожаров, являющихся частым явлением на железной дороге в засушливые периоды. По данным Л.Г. Воронова (1963) в пожарах выживают наиболее приспособленные растения (корневищные и корнеотпрысковые). Например, мелко дерновинные злаки (Типчак - *Festuca sulcata*) резко уменьшается в количестве, в то время как крупнодерновинные злаки (Ковыль *Stipa*) почти не уменьшают своего обилия.

6. Завоз растений с транспортируемыми грузами часто приводит к формированию новых растительных группировок на месте ослабленных растительных группировок. Однако, общее количество успешно развивающихся пришлых видов растений не велико (Воронов, 1963). Формирование новых фитоценозов происходит под влиянием всех выше перечисленных факторов, исследовать которые можно при помощи обширных флористических наблюдений, в сочетании с другими методами.

1.2. Законодательные и нормативно-методические документы, регламентирующие функционирование железнодорожного транспорта и охрану окружающей среды на них.

Основным законодательным документом, регулирующим деятельность объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта в Российской Федерации, является Федеральный закон «О железнодорожном транспорте» от 10 января 2003

года N17-ФЗ. В этом законе определены основные понятия территориального зонирования железнодорожных объектов. Так, под **инфраструктурой железнодорожного транспорта** общего пользования понимается «...технологический комплекс, включающий в себя железнодорожные пути общего пользования и другие сооружения, железнодорожные станции, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки, информационные комплексы и систему управления движением и иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование...» (ст. 2), **землями железнодорожного транспорта** являются «...земли транспорта, используемые или предназначенные для обеспечения деятельности организаций железнодорожного транспорта и (или) эксплуатации зданий, строений, сооружений и других объектов железнодорожного транспорта, в том числе земельные участки, расположенные на полосах отвода железных дорог и в охранных зонах» (ст. 2), **полосой отвода железных дорог** – «...земельные участки, прилегающие к железнодорожным путям, земельные участки, занятые железнодорожными путями или предназначенные для размещения таких путей, а также земельные участки, занятые или предназначенные для размещения железнодорожных станций, водоотводных и укрепительных устройств, защитных полос лесов вдоль железнодорожных путей, линий связи, устройств электроснабжения, производственных и иных зданий, строений, сооружений, устройств и других объектов железнодорожного транспорта...» (ст. 2), а **охранными зонами** – «...территории, которые прилегают с обеих сторон к полосе отвода и в границах которых устанавливается особый режим использования земельных участков (частей земельных участков) в целях обеспечения сохранности, прочности и устойчивости объектов железнодорожного транспорта, в том числе находящихся на территориях с подвижной почвой и на территориях, подверженных снежным, песчаным заносам и другим вредным воздействиям» (ст. 2).

В статье 22 «Обеспечение на железнодорожном транспорте общего пользования экологической безопасности, пожарной безопасности, а также санитарно-эпидемиологического благополучия населения» отмечается, что работы по обеспечению экологической безопасности осуществляются «...владельцами

инфраструктур, перевозчиками и организациями, индивидуальными предпринимателями, выполняющими вспомогательные работы (услуги) при перевозках железнодорожным транспортом, в соответствии с законодательством Российской Федерации...». Кроме того, «государственный контроль (надзор) за обеспечением экологической безопасности... на железнодорожном транспорте общего пользования осуществляется федеральным органом исполнительной власти в области железнодорожного транспорта...».

В соответствии с «Правилами установления и использования полос отвода и охранных зон железных дорог», утвержденными Постановлением Правительства РФ от 12 октября 2006 г. N 611 определяются условия и ограничения функционирования этих элементов инфраструктуры железнодорожного транспорта РФ. Так, «...в целях образования земельных участков в границах полосы отвода железных дорог (далее - полоса отвода) и упорядочения границ земельных участков, расположенных в границах полосы отвода, владелец инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования или владелец железнодорожного пути необщего пользования либо организация, осуществляющая строительство инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования и (или) железнодорожного пути необщего пользования (далее - заинтересованная организация), обеспечивают подготовку соответствующего проекта территориального землеустройства (проекта границ земельных участков, расположенных в границах полосы отвода). Границы полосы отвода устанавливаются с учетом норм отвода земельных участков, необходимых для формирования полосы отвода, утверждаемых Министерством транспорта Российской Федерации...». Кроме того, «...постановка вновь образованных в границах полосы отвода земельных участков на государственный кадастровый учет осуществляется по заявлению заинтересованной организации или уполномоченного ею лица в соответствии с законодательством Российской Федерации...». Наконец, «...в границах охранных зон в целях обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта могут быть установлены запреты или ограничения на осуществление следующих видов деятельности:

а) строительство капитальных зданий и сооружений, устройство временных дорог, вырубка древесной и кустарниковой растительности, удаление дернового покрова, проведение земляных работ, за исключением случаев, когда осуществление указанной деятельности необходимо для обеспечения устойчивой, бесперебойной и безопасной работы железнодорожного транспорта, повышения качества обслуживания пользователей услугами железнодорожного транспорта, а также в связи с устройством, обслуживанием и ремонтом линейных сооружений;

б) распашка земель;

в) выпас скота;

г) выпуск поверхностных и хозяйственно-бытовых вод...».

СП 32-104-98 «Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм» (1999) определяет экологические требования при проектировании земляного полотна. Так, «...при проектировании земляного полотна в проектах должны предусматриваться конструкции и технологии производства работ, способствующие снижению отрицательного воздействия строительства на окружающую природную среду...». При этом, «...для предотвращения деградации окружающей среды, восстановления нарушенных при строительстве природных систем и обеспечения эколого-экономической сбалансированности будущего развития транспортно-природной системы в целом в проекте следует предусматривать оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС) проектируемого земляного полотна в соответствии с СП 11-101-95 и Временной инструкцией «Оценка воздействия строительства на окружающую среду в проектах железных и автомобильных дорог»...». Как известно, «...ОВОС является самостоятельным этапом в системе подготовки решений о развитии хозяйственной деятельности, разрабатывается до принятия проектных решений, входит в состав проектно-сметной документации и оформляется отдельным документом...». Определено, что «...основные конструктивные решения земляного полотна должны обеспечивать наименьшую потребность в отчуждении земель, наибольшую сохранность флоры и фауны в процессе строительства и эксплуатации, в том числе за счет:

-наименьшего раскрытия выемок в скальных и рыхлых грунтах;

-устройства насыпей с крутыми откосами, создаваемыми путем соответствующего их закрепления;

-сооружения вместо выемок тоннелей, а вместо насыпей эстакад;

-использования (вместо традиционных) новых конструктивных решений и материалов при проектировании и строительстве земляного полотна, упрощающих технологию и в меньшей степени воздействующих на окружающую среду...». В документе установлено, что «...наименьшее раскрытие выемок и полувыемок за счет придания их откосам крутого очертания при сохранении необходимого уровня надежности осуществляется с учетом всей совокупности инженерно-геологических условий. При этом в экологическом плане уменьшается объем разрабатываемого грунта, что способствует уменьшению при строительстве:

-запыленности ландшафтов в процессе разработки грунтов;

-рассеивания взрывчатых веществ;

-уровня шумов, выбросов различных вредных веществ при работе СДМ и механизмов...».

«Факторами, влияющими на окружающую среду при сооружении земляного полотна, являются:

-нарушение занимаемых земель, отведенных под устройство насыпей и выемок, строительных площадок и территорий временных поселков;

-загрязнение воздуха выбросами вредных веществ от работы строительных машин, механизмов, строительной пылью;

-загрязнение водоемов хозяйственно-бытовыми, производственными и дождевыми сточными водами;

-загрязнение строительных площадок и территорий временных поселков бытовыми и строительными отходами;

-вибрация и шум от работы строительных машин и механизмов...».

Проектом земляного полотна должно предусматриваться:

«...предварительное снятие почвенного слоя на участках сооружения земляного полотна и на территориях, предназначенных под строительные площадки и временные поселки; рекультивация нарушаемых полезных земель резервами, карьерами, отвалами, землевозными дорогами, временными строительными площадками и поселками...». При этом, «...нормы снятия

плодородного слоя почвы различного типа и механического состава содержатся в ГОСТ 17.5.3.06...» (табл. 1.3.), «...а требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ - в ГОСТ 17.4.3.02. Рекультивацию нарушенных земель производят в соответствии с ГОСТ 17.5.3.04...».

Табл. 1.3. Норма снятия плодородного слоя почвы для основных типов и подтипов почв глинистого и суглинистого механического состава. СП 32-104-98 «Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм» (1999)

Тип и подтип почв	Диапазон глубин снятия, см
1	2
Дерново-подзолистые	20 или на всю глубину пахотного слоя
Буроземно-подзолистые	20 - 50
Дерново-карбонатные	20 - 40
Дерново-глеевые	30 - 60
Бурые лесные	20 - 80
Светло-серые лесные	20 - 30
Серые лесные	20 - 50
Темно-серые лесные	40 - 70
Черноземы:	
оподзоленные и выщелоченные	40 - 120
типичные	50 - 120
обыкновенные	40 - 100
южные	40 - 70
Лугово-черноземные	60 - 100
Черноземно-луговые	50 - 90
Луговые	30 - 100
Темно-каштановые	40 - 50
Каштановые	30 - 40
Светло-каштановые	30
Лугово-каштановые	40 - 70
Лугово-сероземные	40 - 60
Лугово-такыровидные	30
Сероземы	20 - 40
Красноземы	40
Желтоземы	30
Горно-луговые	30 - 80
Горные лугово-степные	20 - 70
Аллювиальные (пойменные)	40 - 120
Торфяные болотные (после осушения)	На всю мощность торфяного слоя

1.3. Природоохранная стратегия развития ОАО «Российские железные дороги»: направления, проблемы, инновации.

Лидирующие позиции по пассажирским и грузовым перевозкам на территории Российской Федерации занимает ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»). В этой связи, природоохранная политика ОАО «РЖД» определяет стратегию охраны окружающей среды на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта в нашей стране.

В 2012 году в целях совершенствования системы управления природоохранной деятельностью в ОАО «РЖД» разработаны Концепция развития системы управления природоохранной деятельностью холдинга «Российские железные дороги» и Программа перехода к целевому состоянию системы управления природоохранной деятельностью холдинга «Российские железные дороги» на 2012-2014 годы. Разработка документов («Экологическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2015 года и перспективу до 2030 года»; «Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 г. ("Белая книга ОАО «РЖД»)») является этапом формирования эффективной системы управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности. При этом природоохранные мероприятия, которые будут реализованы в рамках реализации Экологической стратегии, принесут Компании в будущем не только экологические, социальные, но и экономические эффекты. Согласно данным документам среди основных задач в области охраны окружающей среды можно выделить те, которые позволяют формировать современную критериальную базу охраны окружающей среды:

- соблюдение природоохранного законодательства Российской Федерации;
- проведение экологической политики ОАО «РЖД»;
- обеспечение экологической безопасности;
- рациональное использование природных ресурсов;
- проведение экологического аудита ОАО «РЖД»;
- сертификация ОАО «РЖД» на соответствие требованиям международного стандарта ISO 14001.

Положения Концепции направлены на реализацию следующих основополагающих принципов:

■ Обязательность проведения единой экологической политики, соблюдение требований экологической безопасности бизнес-единицами Холдинга.

■ Интегрированность природоохранных мероприятий в производственные процессы Холдинга.

Комплексность проведения мероприятий в рамках единой экологической политики.

■ Единство планирования и обязательность проведения инновационной деятельности, направленной на достижение стратегических целей Холдинга в сфере экологической безопасности

■ Экономическая эффективность природоохранных мероприятий.

■ Необходимое для выполнения законодательных требований финансирование бизнес-единицами Холдинга программ реализации природоохранных мероприятий.

■ Унификация требований к экологическому обучению руководителей и специалистов подразделений ОАО «РЖД».

■ Реализация положений Концепции осуществляется путем выполнения «Программы перехода к целевому состоянию системы управления природоохранной деятельностью холдинга «Российские железные дороги» на 2012 – 2014.

Проблемы, возникающие в управлении природоохранной деятельностью в сфере железнодорожной инфраструктуры во многом совпадают с теми проблемами, которые характерны для всей системы и перечислены выше (рис. 1.3.).

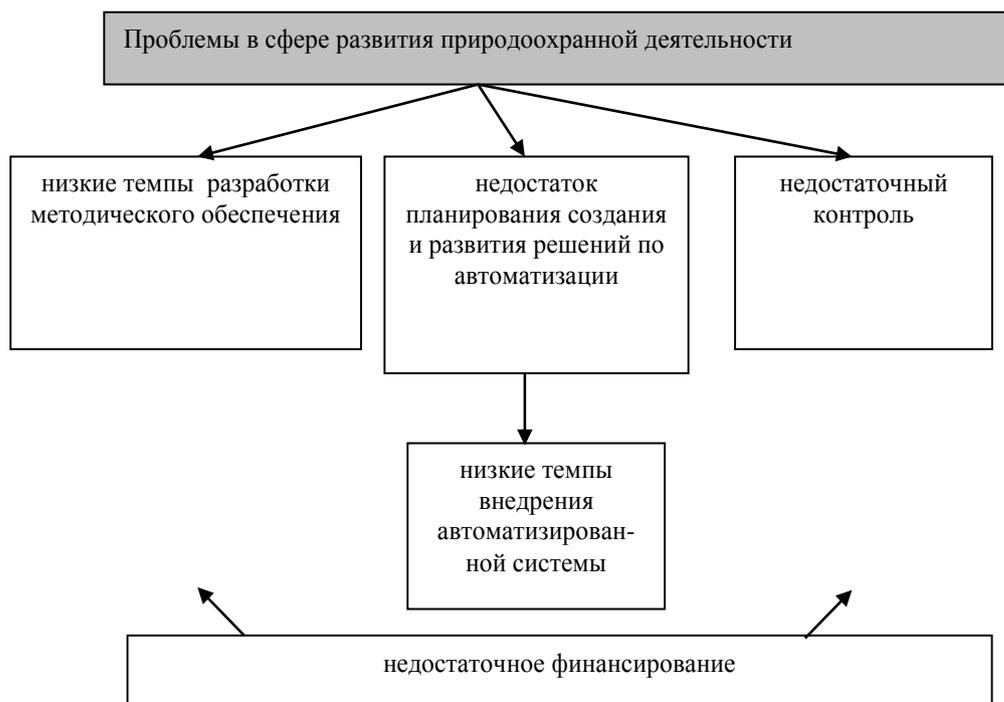


Рис.1.3. Проблемы в сфере развития природоохранной деятельности ОАО «РЖД»

Также актуальны проблемы в сфере реализации природоохранных мероприятий: •снижение результативности природоохранной деятельности в филиалах ОАО «РЖД»;

- снижение управляемости и потеря (или снижение эффективности) контроля над деятельностью территориальных и структурных подразделений филиалов ОАО «РЖД» в области внедрения природоохранных мероприятий;

- снижение эффективности работы с отходами после разукрупнения структурных подразделений ОАО «РЖД», отсутствие нормативно- регламентной базы по обращению с отходами в Холдинге;

- отсутствие четкого разделения ответственности за экологическую безопасность объектов и территорий между вновь созданными структурными подразделениями (неопределенность балансовой принадлежности отдельных устаревших объектов из-за разграничения территорий, утраты функциональности объектов и др.); неопределенность ответственности за загрязнения от хозяйственной деятельности прошлых лет на момент передачи объекта новому хозяйствующему субъекту, а также за санитарное состояние (по физическим

параметрам: шум, вибрации, электромагнитное излучение) территорий, примыкающих к жилому сектору;

- отсутствие системы риск-менеджмента, методической базы по управлению рисками, включая идентификацию экологических рисков, их анализ, оценку, мониторинг; недостаточная регламентация взаимодействия природоохранных и производственных подразделений ОАО «РЖД» при ликвидации экологического ущерба от производственной деятельности и аварийных ситуаций.

Вышеперечисленные проблемы перекликаются с другой, также имеющей немаловажное значение в реализации и совершенствовании природоохранной деятельности — это с проблемой в сфере контроля и экологического мониторинга. Последнее, экологический мониторинг, дает возможность получения информации о состоянии окружающей среды.

Анализ существующей модели природоохранной деятельности показывает, что она не является совершенной и не лишена недостатков. Однако опираться на текущую модель природоохранной деятельности целесообразно, т.к. для ее полноценного функционирования достаточно адаптировать систему управления природоохранной деятельностью и компенсировать указанные слабые стороны.

Необходимо отметить, что в современных условиях развития нормативно-правовой базы с целью ликвидации противоречия между федеральным и региональным законодательством, а также создание более благоприятных условий жизнедеятельности достаточно перспективным является создание так называемых модельных законов. Апробированные законы субъектов РФ, которые проверяет Минюст на соответствие федеральному закону, могут быть рекомендованы как модельные по направлениям природоохранной деятельности для других субъектов РФ.

Как известно, развитие общества на современном этапе невозможно без инновационных технологий. Не обошли они стороной и данную сферу деятельности. Функциональными направлениями инноваций в области охраны окружающей среды являются:

- ▼ реализация Экологической стратегии ОАО «РЖД» на период до 2015 г. и на перспективу до 2030 г.;

▼ внедрение инновационных технологий, обеспечивающих охрану атмосферного воздуха, водных ресурсов, повышение использования и обезвреживания отходов производства, снижение выбросов парниковых газов, шумового воздействия;

▼ реализация инвестиционных проектов экологического назначения;

▼ техническое перевооружение ОАО «РЖД», обеспечивающее экологический эффект;

▼ совершенствование системы управления природоохранной деятельностью; обеспечение мониторинга за воздействием на окружающую среду;

▼ внедрение системы экологического менеджмента;

▼ внедрение «зеленой логистики»;

▼ внедрение АСУ «Экология».

1.4. Опыт реорганизации природоохранной деятельности в зарубежных железнодорожных компаниях.

Анализ намечаемых мероприятий в области реорганизации природоохранной деятельности в ОАО «РЖД» был бы не полным, если бы не был сделан краткий обзор опыта зарубежных стран.

1.4.1. Компания Bombardier.

Bombardier — канадская машиностроительная компания, относящаяся к крупнейшим мировым производителям железнодорожной техники, трамваев, а также бизнес-самолетов и самолетов регионального предназначения. Основные подразделения компании — крупнейший в мире производитель железнодорожной техники Bombardier Transportation и Bombardier Aerospace — третий в мире производитель гражданских самолетов после Boeing и Airbus. В подразделениях Bombardier внедрена и сертифицирована система экологического менеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001:2004, интегрированная с системой менеджмента качества и системой управления охраной здоровья. В 1999 году Bombardier Transportation первыми в железнодорожной отрасли осуществили экологическую декларацию продукции (Environmental Product Declaration - EPD). В экологической декларации продукции учитывается расход сырьевых и энергетических ресурсов, безопасность для

окружающей среды (а в дальнейшем и токсичность), срок службы продукта и особенности его эксплуатации. Bombardier Transportation первыми в отрасли проверили экологически декларированную продукцию в соответствии с требованиями EMS (Eco Management and Audit Scheme). EMS - это предписание, действующее в Европейском союзе, которое требует систематического ведения экологической работы и формирования регулярной отчетности о ней. В Компании ведутся экологические информационные бюллетени, которые позволяют оценить экологические показатели конкретного вида транспортного средства и/или компонентов. Система экологического менеджмента подразделений Bombardier в соответствии с требованиями стандартов ISO 14001 направляет свои усилия на выявление экологических аспектов своей деятельности, управление ими, а также на непрерывное улучшение природоохранной деятельности. Это позволяет отслеживать выполнение программы по снижению воздействий на окружающую среду в сфере производства, сервиса, обслуживания и инженерных работ.

1.4.2. Компания Canadian National Railway.

Canadian National Railway (далее GN) — крупнейшая железнодорожная компания в Канаде, как по размеру доходов, так и по размеру своей железнодорожной сети. GN уделяет большое значение природоохранной деятельности, ее разработаны экологическая политика и программы, направленные на уменьшение воздействия на окружающую среду.

В рамках экологической политики GN обеспечивает минимизацию образующихся отходов, а также безопасную их утилизацию: 1. По всей компании реализуются программы по сокращению объема размещения отходов. GN перерабатывает люминесцентные лампы, аккумуляторы, отработанные масла, использованные масляные фильтры, лом черных металлов и др. На крупных объектах GN, где образуется достаточно много отходов, осуществляются программы утилизации на месте для таких материалов, как бумага, деревянные поддоны и картон. 2. В последние годы GN активно ищет возможности утилизации шпал, которые могут быть использованы в качестве топлива для ТЭЦ, переработаны или повторно использоваться в районах с низкой интенсивностью движения.

За последние годы отмечается ряд достижений GN в сфере природоохранной деятельности:

❖ После приватизации компании в 1995 году GN приобрела 631 новых локомотивов. В частности, в период 2009-2010 годы компания приобрела 135 дополнительных тепловозов (производства компании EMD), которые выбрасывают на 40% меньше оксидов азота.

❖ С 2009 года грузоотправители GN могут получать полное представление о выбросах углеводородов при перевозке своих грузов по всей цепочке транспортировки.

❖ В 2009 и 2010 годах GN была зарегистрирована в перечне компаний-лидеров, ограничивающих выбросы парниковых газов (Canadian Climate Leadership Index).

❖ В 2010 году GN была включена в перечень экологически устойчивых компаний (Dow Jones Sustainability Index) по группе стран Северной Америки, экологическая оценка по устойчивости GN составляла 82%.

❖ В 2011 году GN заняла 203 место в рейтинге 500 самых экологически эффективных компаний мира.

1.4.3. Компания DB Schenker Rail.

Компания DB Schenker Rail, ранее известная как Railion, является европейским (в основном, немецким) железнодорожным грузовым перевозчиком. В декабре 2007 года Railion вошел в состав DB Schenker Logistics Group, дочерней компании Deutsche Bahn (DB), а в начале 2009 года он был переименован в DB Schenker Rail. В DB Schenker Rail разработана, внедрена и сертифицирована система экологического менеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001.

Система управления природоохранной деятельностью интегрирована с системой управления промышленной безопасности, противопожарной защиты и качеством DB Schenker Rail. Компания обеспечивает постоянный контроль, анализ и оптимизацию производственных процессов, связанных с воздействием на окружающую среду. Система управления окружающей средой изменяется параллельно реструктуризации организации. DB Schenker Rail также осуществляет деятельность в области утилизации отходов и логистики. В связи с тем, что

требования бережного обращения с отходами являются достаточно строгими, компания расширяет свою компетенцию в данной области, удовлетворяя ожидания клиентов и гарантируя безопасные перевозки отходов. Высокие требования к качеству организации, оборудования и мероприятий, в части обращения с отходами реализуются в полном объеме.

Компания DB Schenker Rail снижает объемы выбросов вредных веществ в атмосферу путем более эффективного использования поездов, модернизации инфраструктурных объектов и не использования двигателей с низким уровнем выбросов.

В рамках управления природоохранной деятельностью холдинга DB AG разработана группа масштабных экологических целей, при этом использован опыт работы компании на железнодорожном транспорте. Deutsche Bahn создала Программу по защите климата до 2020 года, где поставлена задача сократить удельные выбросы диоксида углерода на 20% с 2006 года по 2020 год. Основной вклад в данную программу должен быть осуществлен путем применения новых энергоэффективных транспортных средств, достижения большей загрузки мощностей транспортных средств, применения экономичных технологий передвижения.

1.4.4. Компания Union Pacific Railroad.

Американская компания Union Pacific Railroad, владеющая самой большой сетью железных дорог в США, была основана в 1862 году. Она постоянно повышает эффективность использования топлива за счет улучшения технологии, подготовки инженеров и вовлеченности работников. Union Pacific Railroad является частью SmartWay Transportation Partnership, сотрудничая с Агентством по защите окружающей среды (Environmental Protection Agency) с целями повышения энергетической эффективности, сокращения выбросов парниковых газов и снижения загрязнения воздуха. В 2009 году Union Pacific было сэкономлено более 27 миллионов галлонов (102 млн. литров) дизельного топлива.

Основные положения Union Pacific в сфере природоохранной деятельности следующие: предотвращение воздействия на окружающую среду в результате железнодорожных операций; развитие партнерства с внутренними и внешними клиентами в рамках подготовки к эффективному реагированию в случае

чрезвычайных ситуациях и экологических проблем; устранение загрязнений, за которые Union Pacific несет ответственность.

Главные направления экологической политики, сформулированные руководством, можно представить как: стремление быть лидером по обеспечению природоохранной деятельности в сфере перевозок; Union Pacific стремится к защите окружающей среды в настоящем и на долгосрочную перспективу; работники, клиенты и акционеры могут ожидать от Union Pacific деятельности, соответствующей требованиям законов и принятых правил; компания развивает новые технологии, которые уменьшают загрязнение воздуха и воды; Union Pacific стремится лидировать в природоохранной деятельности. В компании разработана, внедрена и сертифицирована система экологического менеджмента в соответствии с требованиями стандарта ISO 14001: 2004, что подтверждает соответствие природоохранной деятельности международным требованиям.

1.5. Положение объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта и прилегающих к ним территорий на градостроительном плане города Москвы.

Железнодорожная сеть в Москве представлена десятью основными направлениями с девятью вокзалами (с восемью вокзалов осуществляется как пригородное, так и дальнее сообщение, один вокзал (Савёловский) обслуживает только пригородные перевозки), Московской окружной железной дорогой (малым кольцом), частью Большого кольца МЖД, несколькими соединительными ветвями и рядом ответвлений, в основном однопутных, относительно небольшой длины, основная часть из которых полностью находится в черте города (сайт <http://ru.wikipedia.org/>) – рис. 1.4.

Почти все вокзалы являются начально-конечными тупиковыми пунктами железнодорожных линий-направлений от Москвы (не является тупиковым Курский и Белорусский, отчасти Савёловский, через который проходит одна нетупиковая линия с Белорусского вокзала на Рыбинск). Курский вокзал обслуживает два железнодорожных направления от Москвы (Курское и Горьковское), также два магистральных направления (Рязанское и на Муром) обслуживает Казанский вокзал (место соединения двух магистральных направлений находится в городе

Люберцы у границы с Москвой), остальные — по одному направлению (одноимённые, кроме Смоленского направления с Белорусского вокзала).

Со всех вокзалов отправляются пригородные электропоезда (электрички), со всех, кроме Савёловского — поезда дальнего следования. Два вокзала, Курский и Белорусский, пропускают транзитные поезда дальнего следования. С трёх вокзалов (Киевский, Павелецкий, Белорусский) существует движение электропоездов-«аэроэкспрессов» до аэропортов («Внуково», «Домодедово», «Шереметьево»). Наиболее загруженные вокзалы — Курский, Казанский, наименее — Рижский и Савёловский.

Три вокзала (Казанский, Ленинградский, Ярославский) расположены рядом (на Комсомольской площади — «площади Трёх вокзалов»). С некоторых вокзалов (Савёловский, Рижский, Казанский, Ленинградский, Ярославский) есть пересадка на платформы железнодорожных станций других направлений.

Названия большинства из вокзалов (за исключением Ленинградского, Савёловского и Белорусского) совпадают с названиями их железнодорожных станций. В названиях большинства из этих станций при вокзалах (кроме Рижской и Бутырской) присутствует слово «пассажирская»

Все железные дороги Москвы относятся к Московской железной дороге, кроме Ленинградского направления, относящегося к Московскому отделению Октябрьской железной дороги, которое тоже входит в Московский железнодорожный узел, имеет при этом ССВ с некоторыми направлениями Московской железной дороги. При этом цены и правила оплаты проезда в пригородных электричках одинаковы на всех направлениях без исключения, согласно правилам Московской железной дороги. Также на территории новой Москвы расположена одна из крупнейших в России железнодорожная сортировочная станция Бекасово-Сортировочное.

Земли объектов железнодорожной инфраструктуры (наряду с другими транспортными землями) в пределах г. Москвы выделяются в качестве самостоятельной функциональной зоны «транспортной инфраструктуры». Выделение функциональной зоны данного типа регламентируется Градостроительным кодексом г. Москвы (Закон города Москвы от 25.06.2008 г. №28) в соответствии с которым различают функциональные зоны

специализированного и смешанного назначения (рис. 1.5.). Среди функциональных зон специализированного назначения выделяют функциональные зоны природного назначения, функциональные зоны жилого назначения, функциональные зоны общественного назначения, функциональные зоны производственного назначения и **транспортной инфраструктуры**. Среди функциональных зон смешанного назначения различают функциональные зоны общественно-жилого назначения, функциональные зоны общественно-производственного назначения, функциональные зоны производственно-жилого назначения, функциональные зоны общественно-производственно-жилого назначения, функциональные зоны природно-общественного назначения, функциональные зоны природно-жилого назначения, функциональные зоны природно-производственного назначения, функциональные зоны природно-общественно-жилого назначения, функциональные зоны природно-общественно-производственного назначения, функциональные зоны природно-производственно-жилого назначения.

1.6. Характеристика почв на территориях транспортной инфраструктуры города Москвы и подходы к их экологическому нормированию.

Экологические и санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к почвам, относящихся к той или иной функциональной зоне, в значительной степени определяется совокупностью экологических, природорегулирующих и производственных функций, выполняемых почвенным покровом (табл. 1.4.). Так, в природной (рекреационной) зоне основными экологическими функциями городских почв являются - обеспечение произрастающих растений всеми факторами жизни, связанными с почвой, продукционные функции и регуляция содержания газов в атмосферном воздухе. В жилой (селитебной) зоне важны функции почвы как геохимического барьера, инактивации почвами патогенных микроорганизмов, вирусов, токсичных соединений и недопущения их перехода в сопредельные природные среды, обеспечения произрастающих растений всеми факторами жизни, связанными с почвой.

На территории объектов транспортной инфраструктуры и в производственной (промышленной зоне) огромную роль играют, прежде всего,

функции почвы как геохимического барьера (поглощение почвами тяжелых металлов, токсичных газов, радионуклидов, нефтепродуктов). Следовательно, для почв, расположенных на землях транспортной инфраструктуры (равно, как и на землях промышленного назначения) предлагаются наименее строгие требования к содержанию загрязняющих веществ органической и неорганической природы.

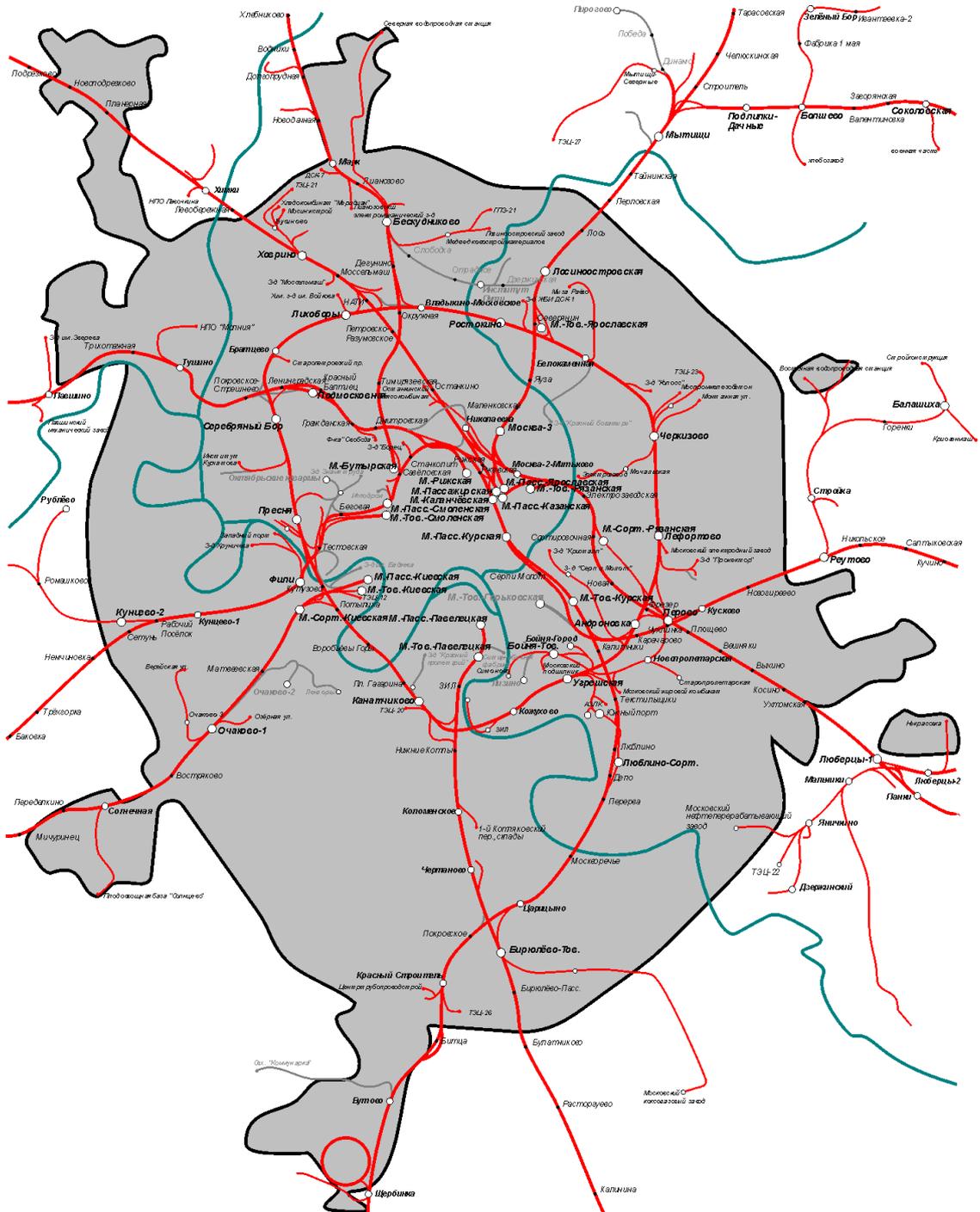


Рис. 1.4. Московский железнодорожный узел (сайт <http://ru.wikipedia.org/>)

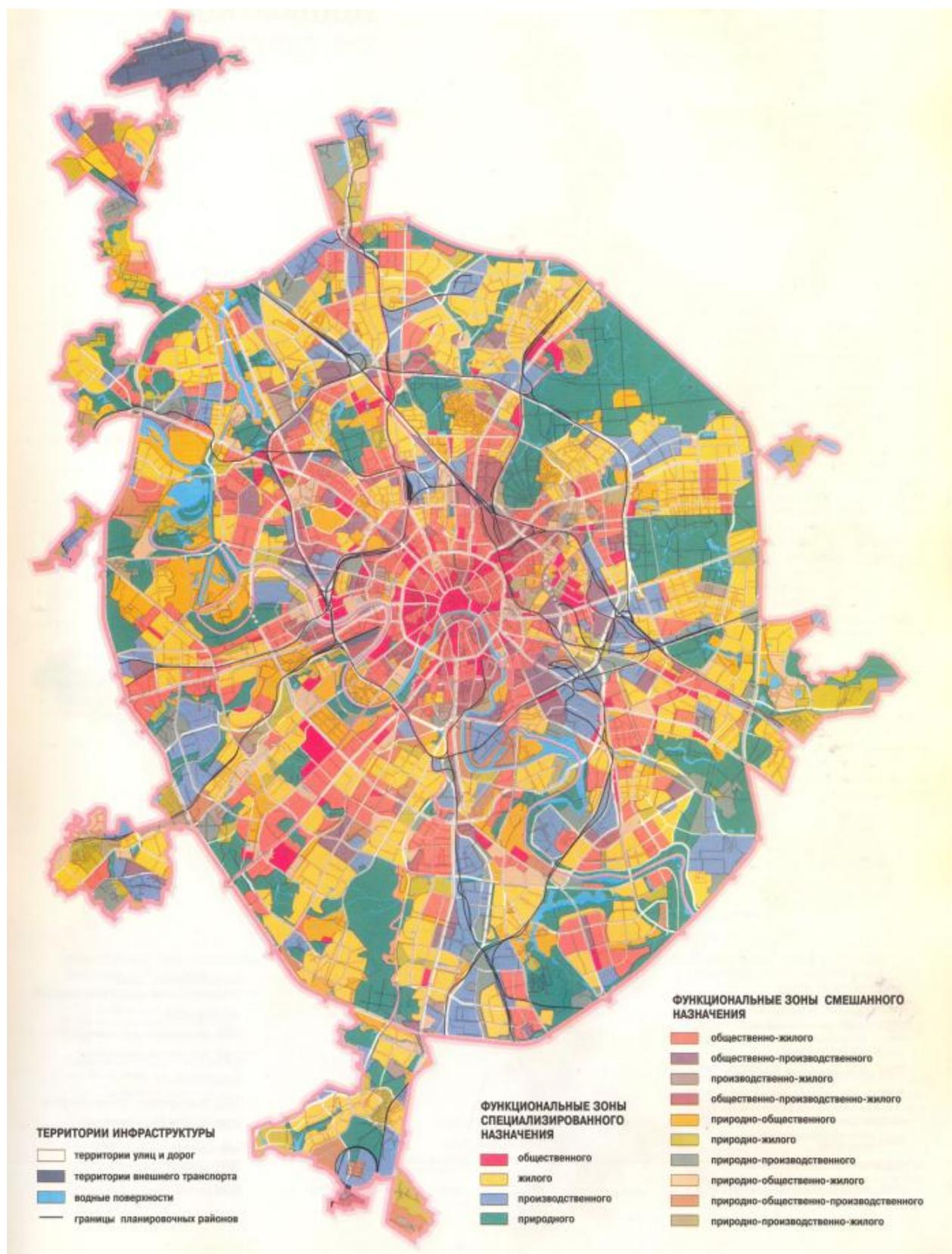


Рис. 1.5 Схема функционального зонирования территории города Москвы («Экологический атлас Москвы», 2000)

Табл. 1.4. Требования к уровням показателей, применяемых при определении допустимого диапазона значений экологического качества городских почв для территорий разного функционального назначения города Москвы («Управление качеством городских почв», 2010)

Показатели	Допустимые уровни качества почв и нагрузки на почвы	Типы специализированного назначения функциональных зон ***			
		Природного	Жилого	Общественного	Производственного / территории транспортной инфраструктуры
		Индексы типа назначения			
		А (400)	Б (100)	В (200)	Г(300) / Д(500), Т(600)
		Функциональные зоны смешанного назначения			
	природно-общественного / природно-общественно-жилого/ природно-общественно-производственного	Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого	общественно-жилого / общественно-производственного/ общественно-производственно-жилого	Природно-производственного	
	Индексы типа назначения соответственно				
	АБ(140)/ АБВ(124)/ АБГ(134)	ВГ(230)/ АВ(240)/ АВГ(234)	БВ(120)/ БГ(130)/ БВГ(123)	АГ(340)	
Гранулометрический состав ¹	оптимальный**	легкий, средний суглинок			супесь, легкий суглинок
Мощность гумусированного слоя, см ¹	минимальный	10	10	10	10
	фоновый	10	15–20	15–20	10–20
	максимальный	не ограничено	не ограничено	не ограничено	не ограничено
Содержание Сорг. в слое 0–20 см, % ¹	минимальный	1	1	1	1
	фоновый	3	3	3	2
	максимальный	не ограничено	30	30	30
Каменистость, % ¹	минимальный	-	-	-	-
	фоновый	5	25	25	25
	максимальный	50	50	50	50
Плотность сложения в слое 0–20 см, г/см ³ ¹	минимальный	0,9	0,9	0,9	0,9
	фоновый	1,1	1,2	1,2	1,2
	максимальный	1,3	1,3	1,3	1,3
Плотность сложения в слое 20–50 см, г/см ³ ¹	минимальный	1,1	1,1	1,1	1,1
	фоновый	1,3	1,3	1,3	1,3
	максимальный	1,4	1,4	1,4	1,5
Плотность сложения в слое 50–100 см, г/см ³ ¹	минимальный	1,1	1,2	1,2	1,2
	фоновый	1,4	1,3	1,3	1,4
	максимальный	1,5	1,4	1,4	1,5
рН ¹	минимальный	5,0	5,0	5,0	4,5
	фоновый	5,5	7	7	7,5
	максимальный	8,0	8,0	8,0	8,5
Содержание минерального азота в слое 0–20 см, мг/100 г ¹	минимальный	0,5	0,5	0,5	0,5
	фоновый	1	1	1	0,5
	максимальный	6	6	6	6
Содержание подвижных форм фосфора в слое 0–20 см, мг/100 г ¹ (ПДК 20 мг/100г почвы)	минимальный	2	4	4	4
	фоновый	4	9	9	9
	максимальный	40	40	40	40
Содержание растворимых форм калия в слое 0–20 см, мг/100 г ¹	минимальный	1	6	6	4
	фоновый	2	10	10	6
	максимальный	35	35	35	35

Продолжение табл.1.4.

Показатели	Допустимые уровни качества почв и нагрузки на почвы	Функциональные зоны специализированного назначения***			
		Природного	Жилого	Общественного	Производственного / территории транспортной инфраструктуры
		Индексы типа назначения			
		А (400)	Б (100)	В (200)	Г(300) / Д(500), Т(600)
		Функциональные зоны смешанного назначения			
		природно-общественного / природно-общественно-жилого/ природно-общественно-производственного	Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого	общественно-жилого / общественно-производственного/ общественно-производственно-жилого	Природно-производственного
		Индексы типа назначения соответственно			
		АБ(140)/ АБВ(124)/ АБГ(134)	ВГ(230)/ АВ(240)/ АВГ(234)	БВ(120) / БГ(130)/ БВГ(123)	АГ(340)
Сумма легкорастворимых солей, % ¹	фоновый	менее 0,04	0,04	0,04	0,08
	максимальный	0,08	0,08	0,08	0,15
Электропроводность порового раствора, дСм/м ¹	фоновый	менее 1,5	2	2	2
	максимальный	4	4	4	4
Дыхание почвы (биологическая активность), мг С-СО ₂ /кг*час ³	минимальный	1,7	1,7	1,7	0,4-0,8
	фоновый	3,5	3,5	3,5	3,5
	максимальный	3,5	3,5	3,5	1,7-3,5
Суммарный показатель загрязнения Z _c *	оптимальный**	-	менее 16	менее 16	16
Содержание 3,4-бенз(а)пирена, мг/кг *	оптимальный**	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,04 ²
Содержание нефтепродуктов, мг/кг*	оптимальный**	менее 300*	менее 300*	менее 300*	менее 1000 ²
Содержание условно патогенных микроорганизмов, индекс *	оптимальный**	менее 10	менее 10	менее 10	менее 10
Содержание патогенных микроорганизмов, жизнеспособных яиц и личинок гельминтов *	оптимальный**	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Мощность экспозиционной дозы (МЭД), Н _γ , мкЗв/час *****	оптимальный**	менее 0,3	менее 0,3	менее 0,3	менее 0,6
Активность естественных радионуклидов (ЕРН), Аэфф, Бк/кг ***** В том числе: радия-126 (А _{Ра}) тория-232 (А _{Тн}) калия -40 (А _К)	оптимальный**	менее 250	менее 250	менее 250	менее 740 * (строительные материалы в пределах населенных пунктов)
	фоновый ⁵	3-43	3-43	3-43	3-43
		5-50	5-50	5-50	5-50
		20-850	20-850	20-850	20-850
Активность цезия-137, А _{Сs} *****	оптимальный**	менее 150	менее 150	менее 150	

Валовое содержание тяжелых металлов, мг/кг							
Группы почв****	Элемент	Допустимые уровни качества почв и нагрузки на почвы					
		Минимальный уровень ⁴	Фоновый уровень ⁴	Максимальный уровень**** для функциональных зон специализированного назначения***			
				Природного	Жилого	Общественно-делового	Производственного/территории транспортной инфраструктуры
		Индексы типа назначения					
		Б (100)		Б (100)		Б (100)	
		Функциональные зоны смешанного назначения					
		Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого	Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого	Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого	Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого		
		Индексы типа назначения соответственно					
		ВГ(230)/ АВ(240)/ АВГ(234)		ВГ(230)/ АВ(240)/ АВГ(234)		ВГ(230)/ АВ(240)/ АВГ(234)	
		Суглинистые почвы, рН > 5,5	медь	8	30	132	132
Суглинистые почвы, рН < 5,5	4	15		66	66	66	132
Песчаные и супесчаные почвы	2	8		33	33	33	66
Суглинистые почвы, рН > 5,5	цинк	30	50	220	220	220	440
Суглинистые почвы, рН < 5,5		20	30	110	110	110	220
Песчаные и супесчаные почвы		10	20	55	55	55	110
Группы почв****	Элемент	Допустимые уровни качества почв и нагрузки на почвы					
		Минимальный уровень ⁴	Фоновый уровень ⁴	Максимальный уровень**** для разных функциональных зон специализированного назначения***			
				Природного****	Жилого****	Общественно-делового****	Производственного и территории транспортной инфраструктуры****
		Индексы типа назначения					
		Б (100)		Б (100)		Б (100)	
		Функциональные зоны смешанного назначения					
		Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого****	Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого****	Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого****	Производственно-жилого/ природно-жилого/ природно-производственно-жилого****		
		Индексы типа назначения соответственно					
		ВГ(230)/ АВ(240)/ АВГ(234)		ВГ(230)/ АВ(240)/ АВГ(234)		ВГ(230)/ АВ(240)/ АВГ(234)	
		Суглинистые почвы, рН > 5,5	кобальт	8	10	40	40

Суглинистые почвы, рН < 5,5		5	8	30	30	30	60
Песчаные и супесчаные почвы		3	5	20	20	20	40
Суглинистые почвы, рН > 5,5	никель	12	40	80	80	80	160
Суглинистые почвы, рН < 5,5		10	30	40	40	40	80
Песчаные и супесчаные почвы		5	15	20	20	20	40
Суглинистые почвы, рН > 5,5	свинец	8	26	130	130	130	260
Суглинистые почвы, рН < 5,5		5	20	65	65	65	130
Песчаные и супесчаные почвы		2	12	32	32	32	64
Суглинистые почвы, рН > 5,5	мышьяк	3,5	4,5	10	10	10	20
Суглинистые почвы, рН < 5,5		1,2	2,5	5	5	5	10
Песчаные и супесчаные почвы		0,5	1,5	2	2	2	4

*- предельно (ориентировочно) допустимые концентрации веществ установлены гигиеническими нормативами ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.7.2042-06, которые введены в действие постановлениями Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23 января 2006 г. N 1 и N 2 с 1 апреля 2006 г. и зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации (регистрационные номера 7456 и 7470 от 7 февраля 2006 г.), показатели качества почв установлены в соответствии с нормативными документами: СанПиН 2.1.7.2197-07 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Изменение N 1 к СанПиН 2.1.7.1287-03 25.04.2007, «Нормы радиационной безопасности» НРБ-99; СП 2.6.1.799-99 (ОСПОРБ-99) «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности».

**Оптимальный – допустимый уровень химического, физического или биологического состояния почвы, при котором почва способна выполнять все свои экологические функции, и при котором почва не является вторичным источником негативного воздействия на природу и человека.

***Выделены в соответствии с ФЗ № 190 от 29 декабря 2004 года «Градостроительный кодекс Российской Федерации», «Градостроительным кодексом города Москвы» от 25.06.2008 № 28 и Постановлением Правительства г. Москвы от 26 октября 2004 г. N 741-ПП «О корректировке схем градостроительного зонирования территорий административных округов и генеральной схемы Градостроительного зонирования территории города Москвы»

****Выделены в соответствии с ГН 2.1.7.2042-06 от 19.01.06. «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве».

*****Максимальный уровень содержания тяжелых металлов в почве для территорий производственного назначения и транспортной инфраструктуры оценивается значением, кратным двум ОДК для соответствующей группы почв (ГН 2.1.7.2042-06 от 19.01.06. «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве»).

*****Требования по обеспечению радиационной безопасности при строительстве в Московской области. Территориальные строительные нормы ТСН РБ-2003 МО

¹ – экспертная оценка с учетом: а) Приложение 1 к постановлению Правительства Москвы от 27 ноября 2007 г. N 1018-ПП «Внесение изменений в приложение 1 к постановлению Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. № 514-ПП («О повышении качества почвогрунтов в городе Москве»); б) Приложение к постановлению Правительства Москвы от 13 декабря 2005 г. N 1029-ПП «Внесение изменений и дополнений в приложение 1 к постановлению Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. N 743-ПП («Об утверждении правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы»); в) Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий.

Методическое руководство. -М.:ФГНУ «Росинформагротех». 2005. (гл.2.4.); г) «Почва, Город, Экология» под ред. ак. РАН Г.В. Добровольского. —М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997; д) «Теория и практика химического анализа почв» под ред. Воробьевой Л.А. –М.:ГЕОС. 2006.

² - экспертная оценка с учетом: ПДК и Распоряжения Мэра от 27.07.1999 N 801-РМ "Об утверждении методики исчисления размера ущерба, вызываемого захлалением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы".

³ - Европейские и международные экологические нормативы:

EPA (1987). Soil Microbial Community Toxicity Test. EPA 40 CFR Part 797.3700. Toxic Substances Control Act Test Guidelines; Proposed rule. September 28, 1987.

BBA (1990). Effects on the Activity of the Soil Microflora. BBA Guidelines for the Official Testing of Plant Protection Products, VI, 1-1 (2nd eds., 1990).

ISO 11266-1. (1993). Soil Quality - Guidance on Laboratory Tests for Biodegradation in Soil: Part 1. Aerobic Conditions.

ISO 14239 (1997). Soil Quality - Laboratory incubation systems for measuring the mineralization of organic chemicals in soil under aerobic conditions.

⁴ - экспертная оценка с учетом ОДК.

⁵ – экспертная оценка с учетом: Микляев П.С., Томашев А.В. Охрименко С.Е. и др. Содержание радионуклидов естественного происхождения в грунтах г. Москвы.//АНРИ, 2000, 1(20), с.17-23.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Специфика Москвы как объекта исследования почвовед-эколога, состояние законодательной базы в области охраны почвенно-земельных ресурсов мегаполиса.

Исследование почв железнодорожных объектов проводилось в центральной части города Москвы – самого населенного города России и Европы, где официально проживает 11 979 529 человек (2013). Столица России по численности населения превосходит такие страны (бывшие советские республики) как Армения, Азербайджан, Беларусь, Грузия, Киргизия, Латвия, Литва, Молдавия, Таджикистан, Туркменистан, Эстония. Плотность населения в Москве составляет 9722 чел./км², что существенно выше, чем в Риме и Вашингтоне.

Москва является крупным транспортным центром (подробная характеристика инфраструктуры железнодорожного транспорта столицы приведена в главе 1 настоящей диссертационной работы), центром машиностроения, в том числе энергомашиностроения, станко-, судо-, приборостроения; чёрной и цветной металлургии (производство алюминиевых сплавов, цветного проката и литья), химической, лёгкой, полиграфической промышленности. Количество легковых автомобилей, зарегистрированных в Москве, в настоящее время превышает 3,5 млн штук (Макаров, Редько, Гучок, 2011).

В последние годы идёт процесс переноса производств за пределы Москвы, огромный уровень антропогенной нагрузки характерен практически для всей территории города. При этом значительная часть почв и земельных ресурсов города находится в неудовлетворительном состоянии (химическое загрязнение в результате поступления токсичных веществ от различных стационарных и передвижных источников, захламление, вытаптывание, запечатывание поверхности при различных видах хозяйственного использования и др.). Особенно значительные нарушения почвенного покрова в мегаполисе происходит в ходе строительства и реконструкции зданий, дорог, подземных сооружений и коммуникаций.

Таким образом, необходимо учитывать, что на экологическое состояние почв железнодорожных объектов, расположенных в Москве, колоссальную нагрузку оказывают не только «специфические» антропогенные факторы, связанные с деятельностью в пределах этих объектов, но и «общегородские» антропогенные факторы почвообразования (воздействие выхлопов автомобилей, выбросов промышленных предприятий, вытаптывание и т.д.).

Правительством города Москвы предпринимаются определенные шаги по оздоровлению городских почв и земель (Макаров, Редько, Гучок, 2011):

1. В 2003 г. Департаментом природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы была разработана и зарегистрирована Система добровольной сертификации «Московский экологический регистр». Объектами этой Системы являются почвогрунты и их компоненты, используемые при благоустройстве и озеленении столицы - растительные грунты, различные виды торфа (верховой, переходный, низинный), рыхлые горные породы (супеси, пески, суглинки, глины), сапрпель, компосты, получаемые при компостировании различных видов навоза, птичьего помета, древесных опилок, растительных остатков и др.

2. Было принято Постановление Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. №514-ПП «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве». В нем определены основные экологические и санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к почвогрунтам и их компонентам, используемым на объектах озеленения и благоустройства столицы.

3. В развитие Системы добровольной сертификации «Московский экологический регистр» была создана Система добровольной сертификации «Экологические почвогрунты». Основанием для создания указанной Системы является Постановление Правительства Москвы от 09.08.2005 N 594-ПП «О внесении изменений и дополнений в Постановление Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. № 514-ПП». Нужно отметить, что экологические и санитарно-гигиенические требования, предъявляемые в рамках этой Системы добровольной сертификации к почвогрунтам и их компонентам, используемым при озеленении и благоустройстве г. Москвы, не претерпели изменений по сравнению с требованиями Системы добровольной сертификации «Московский экологический регистр».

4. Разработан и принят Закон г. Москвы № 31 от 04.07.2007 «О городских почвах», в котором дано определение городских почв и сформулированы их основные экологические функции. В соответствии с этим Законом, городскими почвами являются «покрывающие территорию Москвы естественные, измененные, а также искусственно созданные почвы мощностью до 1 м» (статья 2). А экологические функции городских почв заключаются в «способности почв обеспечивать произрастание травянистой и древесно-кустарниковой растительности, жизнедеятельность почвенных организмов, поглощать и предотвращать проникновение загрязняющих веществ в сопредельные среды и поддерживать биоразнообразие на территории города» (статья 7).

2.2. Природные условия и характеристика почв города Москвы.

2.2.1. Физико-географические условия города Москвы.

2.2.1.1. Геологическое строение.

Москва располагается в центре геологического бассейна — глубокого прогиба древних кристаллических пород, заполненного осадочными породами. Толща осадочных пород, имеющая главным образом морское происхождение, очень велика — кристаллические породы фундамента встречены при бурении на глубине 1652 м («Почва, город...», 1997).

Московская котловина заполнена известняками, доломитами, гипсами девонского периода, верхняя граница отложений которых находится на 200 м ниже уровня моря. На девонских породах залегают известняки и красные глины каменноугольного периода мощностью до 330 м. Поверхность каменноугольных известняков эродирована, пересечена рядом ложбин, заполненных позднейшими отложениями и перекрыта юрскими темными глинами и песками. На юрских глинах и песках залегают меловые отложения, но на большей части территории Москвы они были размыты предледниковыми потоками, затем унесены ледником и послеледниковыми потоками. Отлично сохранились только кварцевые пески мощностью до 52 м на Воробьевых горах.

2.2.1.2. Геоморфологическое строение.

Город и его окрестности расположены на границе Смоленско-Московской возвышенности, Москворецко-Окской равнины и Мещерской низменности.

Северная часть города находится на южном крае склона Клинско-Дмитровской гряды Смоленско-Московской возвышенности и охватывает водоразделы рек Москвы, Клязьмы и Яузы.

Рельеф этой местности представляет всхолмленную равнину с относительными высотами 40-55 м, которая сложена преимущественно песками и моренными глинами. Рельеф северной части стал более пологим за счет засыпки грунтом оврагов и заболоченных понижений. Мощность толщи насыпных грунтов колеблется от 3 до 6 м.

Южная часть города охватывает междуречье Москвы и Пахры. Самой возвышенной ее территорией с превышением 130-135 м над урезом реки является Теплостанская возвышенность. Высота возвышенности достигает 200 м над уровнем моря и более 80 метров над урезом р. Москвы, круто обрываясь к реке, она образует Воробьевы горы. Рельеф возвышенности волнистый, расчленен эрозионными долинами, балками и оврагами. В ходе строительства в этих местах были произведены значительные срезки и подсыпки грунта. Более всего изменен рельеф в долинах малых рек: Раменки, Кровянки, Котловки, Чертановки и Городни. В долине р. Кровянки засыпано до 85% овражно-балочной сети, а мощность антропогенных отложений достигает 20 м. Мощность насыпных грунтов между Мичуринским проспектом и проспектом Вернадского достигает наибольших для города величин за счет засыпки глубоких оврагов.

Восточная часть столицы представляет собой плоскую, местами заболоченную равнину с высотными отметками, поднимающимися выше 20-40 м над урезом р. Москвы. Восточные и юго-восточные части центра города граничат с Мещерской низменностью, это самые низкие и плоские части рельефа. Здесь берут свое начало р. Пехорка и Яуза. В процессе освоения этой территории толщина насыпных грунтов имеет мощность 6 метров. Несмотря на проведенное в результате подсыпки поднятие дневной поверхности, территория характеризуется неглубоким залеганием грунтовых вод и высокой степенью подтопления.

Долина, р. Москвы занимает более 30% территории города. Река промыла широкую долину с тремя террасами — более молодой 1-ой надпойменной Серебрянноторской и двумя более древними Мневниковской и Ходынской.

Особенно большое пространство занимает 3-я Ходынская надпойменная терраса. В пределах города долина имеет асимметричную («Почва, город...», 1997).

Постепенно были засыпаны овраги и промоины, раскрывавшиеся к долине реки. Малые реки в их устьевой части заключены в коллекторы (Ольховка, Неглинка и др.). В долинах рек Ходынки, Пресни, Неглинной полностью уничтожена гидросеть и овражно-балочная сеть. Мощность насыпных грунтов в долинах до 20 м.

Современный рельеф Москвы в значительной степени образован отложениями ледниковой эпохи: двумя моренами (московской и днепровской), которые покрыли часть территории города и его окрестности, и эрозионной деятельностью рек.

В геоморфологическом отношении большая часть города представлена моренной и флювиогляциальной равнинами и поймой с надпойменными террасами и оползневыми склонами.

В результате хозяйственной и строительной деятельности происходит изменение рельефа территории Москвы. С одной стороны, наблюдается нивелирование форм исходного волнистого рельефа города: засыпание оврагов и пойм, срезание холмов и склонов, укладка мелких речек в подземные трубы. Особенно значительно изменение рельефа произошло при строительстве метрополитена в 1930-1960-е гг., когда засыпались овраги и нивелировались понижения песчано-суглинистым моренным материалом, взятым с глубины 20-50 м. при прокладке шахт и туннелей.

Наиболее значительными элементами искусственного рельефа являются выемки и насыпи автомобильных и железных дорог. С другой стороны, в направлении от периферии к древнему городу рельеф становится более приподнят за счет накопления культурного слоя, мощностью 3-5 м, максимальная мощность на Васильевском спуске 20 м.

Очень большие современные антропогенные отложения отмечены на ул. Вавилова (20-25 м). В районе Дома Детского творчества на Воробьевых горах на месте засыпанного оврага (20 м). Кроме того, на 6-15 метров подняты набережные.

Тем не менее на почвообразование продолжает оказывать влияние и погребенный рельеф с многочисленными водоупорными горизонтами или

песчаными линзами: наблюдается или неожиданное выклинивание грунтовых вод и подтопление зданий или образование карстово-суффозионных воронок и провалов («Почва, город...», 1997).

2.2.1.3. Климат.

Климат Москвы и ее окраин значительно различаются. Так средние годовые температуры воздуха в центре по сравнению с окраиной увеличиваются, и разница составляет 2,0-2,6 °С. Разница суточных температур в центре и за городом может достигать 11-14 °С. Температура поверхности городской почвы до 10 °С выше, чем в окружающей местности; одновременно почва подогревается изнутри городской теплосетью. В городе происходит ранний сход снега, в отдельные годы снежный покров держится всего 2-3 месяца, увеличивается продолжительность вегетационного периода.

Азональность климата города по сравнению с окружающей территорией выражается в том, что в нем выпадает на 5-10% больше осадков, уровень солнечной радиации, достигающей земли на 15-30% меньше, зимой наблюдается вдвое больше туманов, средняя скорость ветра на 20-30% ниже. Хотя по абсолютным величинам в городе выпадает больше осадков, но реально в почву их попадает меньше, поскольку происходит сброс дождевой воды в коллекторы и уборка снега. Причинами «перегрева» города («парникового» эффекта) являются и тепло, выделяющееся при сжигании топлива в процессе различных производств, а также мусора и бытовых отходов и мгла над городом, ослабляющая инсоляцию днем, и изреженный растительный покров, и большие площади асфальтовых, домовых и других покрытий, не способных поглощать и удерживать воду. Тепловое воздействие промышленных и коммунальных предприятий, сетей теплоснабжения и коммуникаций, отапливаемых подземных сооружений приводит к образованию так называемых «тепловых куполов» с проникновением зоны прогрева почвы, грунта и подземных вод на глубину свыше 60-100 см с выделением большого количества тепла, достигающего 105-109 Дж*м² («Рекомендации по...», 1990).

Наиболее неблагоприятным последствием метеорологических условий является аккумуляция в приземных слоях атмосферы примесей, обусловленная

слабым ветром, туманами и наличием повышенных концентраций токсических веществ.

Температурный режим является важным компонентом экологии города. Естественный ход температуры воздуха и почв, распределение осадков, влажности, солнечного сияния и других метеорологических факторов значительно изменяются в связи с резким возрастанием площади городских застроек и усилением роли инфраструктуры города. Это связано, в первую очередь, с огромным числом каменных сооружений, большой площадью железных крыш, асфальтовых покрытий, производственных мощностей, тепловых коммуникаций и т.д. Анализ изменений температуры воздуха выявляет довольно значительную разницу в течение весны — лета — осени — 4-5 °С и более. Зимой данное различие сохраняется, но разница меньше, — до 2-3 °С. Изменения температуры поверхности почвы в основном коррелируют с температурой воздуха, но поверхность почвы несколько больше нагревается в теплый период времени и сильнее остывает в холодный. В центре города в период с ноября по март она теплее на 3-5 °С. Хорошо затененная поверхность почвы в парке музея-усадьбы А.Н. Толстого в августе нагревалась слабее, чем на обеих открытых метеостанциях (иногда на 10 °С и более). Осенью эта величина постепенно уменьшается и уже в ноябре поверхность в парке была теплее на 3-6 °С и более. В летнее время на глубине 20 см почва прогревалась до 20 °С в районе Тушино, затем температура плавно понижается до 0-1 °С и таковой сохраняется до весны. На всех трех объектах температура почвы на глубине 20 см с августа по декабрь была практически одинаковой. Сумма температур воздуха для центра Москвы на 50-100 °С выше, чем на окраине, особенно большой разрыв наблюдается в июле месяце. Сумма выпадающих осадков также была практически всегда выше на метеостанции Балчуг, превышая годовую сумму выпавших в Тушине осадков почти на 100 мм.

Специфика теплового режима приводит к значительным изменениям водно-физических свойств почв и грунтов. Повышение температуры приводит к уменьшению влажности почв и грунтов. («Почва, город...», 1997).

2.2.1.4. Растительный покров.

Экологическое состояние города сильно влияет на его растительный покров.

Хотя в столице и преобладают застроенные площади, но все же в черте города сохраняются не только лесные массивы, но также и суходольные луга, фрагменты пойменных лугов, переходных и низинных болот, реки и водоемы в естественных берегах. Но эти разнообразные ландшафты, столь необходимые в городе, продолжают сокращаться.

Территории природного комплекса Москвы составляют единое целое с системой природных территорий Московского региона и включают в себя городские и пригородные леса и лесопарки, парки, озелененные территории различного назначения и долины рек. В систему территорий природного комплекса столицы входят объекты уникальной экологической, ландшафтной, историко-культурной ценности: национальный парк «Лосиный остров», природный парк «Битца», водно-ландшафтная система Крылатское — Серебряный Бор — Строгино, историко-культурные ансамбли «Коломенское», «Царицыно», «Кусково» и др. Эти озелененные территории вместе с почвенным покровом, воздушным бассейном и почвенно-грунтовыми водами выполняют важнейшие средозащитные, санитарно-гигиенические, рекреационные и эстетические функции.

Естественная растительность в городе постепенно сменяется сформированными человеком урбанофитоценозами (УФЦ). Доказано, что в растительном покрове городов преобладают антропоотолерантные виды, преимущественно выходцы из более южных регионов, приспособленные к «тепловому острову» большого города и от него зависящие.

В городе наблюдается видовое обеднение растительности, понижение ее устойчивости и стабильности. Неполноценные и структурно неполноценные экосистемы не способны выдерживать больших антропогенных нагрузок.

По некоторым данным, площадь озелененных территорий в Москве составляет 15-17%, т.е. обеспеченность населения города составляет всего 33% от требуемой. Растительность в городе распределена крайне неравномерно. В центральных районах города, где лесные массивы отсутствуют, озелененность составляет от 5 м²/чел до 1 м²/чел (внутри Садового кольца). На территории города имеется не менее 36 лесных массивов площадью от 5 до 3000 га (Лосиный остров — 3000 га в черте города, Битцевский лес — около 1800 га, Измайловский лес —

1437 га, Кузьминки — 962 га, 12 массивов имеют площадь от 150 до 600 га, остальные менее 100 га. Основными лесобразующими породами являются: береза — 39%, сосна — 21%, липа — 18%, дуб — 10,5%, осина — 4% и ель — 2%).

По предварительным оценкам, состояние растительного покрова свидетельствует о крайне неблагоприятной экологической ситуации в городе, особенно внутри Садового кольца, в непосредственной близости от экологически вредных предприятий и вдоль крупных автомагистралей. Древостой в основном ослабленный, реже в неудовлетворительном состоянии. Довольно много отмирающих деревьев на улицах и в скверах. Особенно неблагоприятная окружающая среда отражается на молодых деревьях с поверхностной корневой системой. Наблюдаются средние декоративные качества древостоя, повреждение стволов и кроны. Травяной покров развит довольно слабо, а на некоторых участках полностью отсутствует. Произрастают в основном сорные виды. Моховой покров отсутствует.

Как отмечают специалисты-экологи, к числу отрицательных факторов, воздействующих на зеленые насаждения Москвы, необходимо отнести:

- повышенную загрязненность, задымленность и запыленность воздуха и химическое и биологическое загрязнение поверхностных и грунтовых вод;
- нарушение температурного и водного режима почвы;
- изменение физико-химических и физико-механических свойств почв;
- чрезмерные площади асфальтовых покрытий улиц и площадей, препятствующие воздухо- и водообмену корневой системы деревьев. («Почва, город...», 1997).

2.2.1.5. Морфологические особенности городских почв.

На территории занимаемой сейчас Москвой сформированы разнообразные структуры почвенного покрова, характерные для южно-таежной хвойно-широколиственной подзоны. На водоразделах моренной и водно-ледниковой равнин были распространены различные подзолистые и дерново-подзолистые почвы различной степени оподзоленности, оглеенности, гумусированности и т. д. и сочетании с подзолисто-болотными и болотными торфяными почвами. Лесные почвы имели хорошо развитую, часто оторфованную лесную подстилку. Большую часть территории города занимает долинно-балочный комплекс и поэтому на

дренированных склонах террас сформировались дерново-подзолистые почвы, местами с подстиланием карбонатных пород. В пойме р. Москвы и ее притоков были распространены разнообразные аллювиальные дерновые, луговые и болотные почвы.

Островки естественных почв остались лишь в городских лесах (Лосиный остров, Фили-Кунцево и т. д.); остальные территории претерпели значительные изменения состава и структуры почвенного покрова, в результате чего сформировались почвы специфического строения морфологического профиля.

Современные городские почвы конечно значительно отличаются от естественных природных. Они формируются на естественных почвообразующих породах, на культурном слое, на насыпных и перемешанных грунтах. Их отличительной особенностью является наличие большого количества антропогенных включений в средней и нижней частях профиля, а также слоев, например, застывшего известкового раствора, шлака или старого кирпича.

Урбаноземы, формирующиеся на культурном слое, представляют собой верхнюю прогумусированную часть слоя, по морфологическим свойствам различающиеся набором насыпных горизонтов и их мощностью («Почва, город...», 1997). Профиль почв характеризуется чередованием супесчаных горизонтов с песчаными и глинистыми прослойками. Количество горизонтов в профилях различается от одного (слой однородно перемешан) до шести и более. В основном горизонты насыпные и уплотнены.

Такие почвы, развивающиеся в пределах мощного культурного слоя, характерны для центральной части города. Для пылевато-гумусных урбаноземов центра Москвы характерна мощность от 40 (при подстилании бетонной плитой или остатками фундамента зданий) до 120 и более см. В старых парках почвы представлены урбаноземами с мощным гумусовым горизонтом.

На периферии города распространены почвы, у которых нижняя часть профиля представляет собой сочетание естественных почвенных горизонтов с присущими им окраской, структурой и свойствами, а верхняя — антропогенно-нарушенные укороченные, перемешанные или насыпные слои U. Подзолистый горизонт в таких почвах представлен фрагментами в виде затеков и пятен в горизонтах A1EL, ELB. В лесопарках распространены естественные дерново-

подзолистые почвы разной степени гумусированности, оподзоленности и конечно нарушенности. Почвенный профиль таких почв состоит из лесной подстилки O мощностью 0-3 см, под ней залегает гумусовый горизонт A1, мощностью 5-10 см. Ниже — подзолистый горизонт EL, сменяемый переходным горизонтом ELB и серией иллювиальных горизонтов Bt, которые постепенно переходят в почвообразующую породу C или подстилающую D.

2.2.1.6. Грунтовые воды.

Характерное для центра города потепление грунта и воздуха усиливает вероятность подъема почвенно-грунтовых вод вместе с растворимыми в них солями.

В Москве изменяется химический состав и глубина грунтовых вод. Произошло постепенное подтопление некоторых частей города, поскольку нарушился естественный круговорот воды и ухудшился дренаж территории («Почва, город...», 1997). В местах интенсивной застройки осушаются болота, засыпаются долины малых рек и ручьев. Подъем грунтовых вод происходит также из-за утечек из водопроводов и прорывов канализационных труб, фильтрации из прудов и строительных котлованов, поливов зеленых насаждений и т. д. По данным Московской геолого-гидрологической экспедиции, из 510 км русел малых московских рек уничтожено 290 км. Открытое русло сохранено у семи рек: Яузы, Сетуни, Сходни, Раменки, Очаковки, Ички и Чечеры. Остальные реки частично или полностью заключены в коллекторные системы.

Из-за несовершенства водопроводов, теплотрасс и коммуникаций через почву ежедневно проходит почти 400 тыс. куб. метров воды. В некоторых местах утечки достигают 40% и в среднем составляют 4-6% по городу. Таким образом, в подтопленном состоянии (уровень грунтовых вод выше 3-х метров) находится 40% городской территории, особенно Центральный, Восточный, Северо-Восточный, Западный округа. Но в то же время, уровень водоносного слоя может сознательно понижаться для облегчения строительства, а это вызывает уменьшение запасов влаги в корнеобитаемом слое и снижение грунтового стока, в том числе и вследствие запечатанности территории асфальтом, жилыми и промышленными постройками.

Главными источниками загрязнения водоемов и почвенно-грунтовых вод являются городские станции аэрации, загрязненный поверхностный сток и общая захламленность территории города. Поверхностный сток внутри города складывается из атмосферных осадков, паводковых вод и таяния снега. Большое количество растворимых солей в поверхностных осадках и атмосферной пыли, сбрасывание промышленных и бытовых стоков способствовали превращению на 85% территории города пресных грунтовых вод в слабоминерализованные воды сложного состава с минерализацией до 2-3 г/л (Просенков, 1974).

2.3. Характеристика экологической обстановки в городе Москве.

2.3.1. Атмосферный воздух.

Как известно, приоритетными веществами по степени опасности для здоровья населения являются диоксид азота (результат сжигания любого вида топлива), мелкие взвешенные частицы (источники – автотранспорт, цементная, асфальтобетонная и др. промышленность), ПАУ (автотранспорт и сжигание топлива кроме природного газа), формальдегид (выбросы бензинового автотранспорта), ароматические углеводороды (в основном бензол, появляющийся при использовании добавок к бензиновому топливу). Установленные в России ПДК для кратковременных и длительных воздействий основного ряда загрязняющих веществ (за исключением бензола) строже стандартов качества воздуха, рекомендованных Всемирной организацией здравоохранения и установленных директивами стран Европейского союза.

В целом, в 2010 году (год пробоотбора почв на исследуемых железнодорожных объектах) в связи с аномальными погодными условиями и природными пожарами среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ возросли на 10-30% по сравнению с 2008-2009 годами. По другим контролируемым веществам среднегодовые значения концентраций загрязняющих веществ не превысили установленных в РФ и странах ЕС нормативов, однако за счет вклада периода задымления оказались выше, чем предыдущие года: диоксида азота - 1,0ПДКсс, оксида азота – 0,6ПДКсс, оксида углерода – 0,3ПДКсс, диоксида серы – 0,1ПДКсс, суммы углеводородных соединений – 1,6мг/м³, фенола – 0,6ПДКсс, бензола, толуола, ксилолов – менее 0,1ПДКсс, сероводорода – 3 мкг/м³

(<http://www.eco.mos.ru>, «Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве, 2010 г.», 2011).

В отдельные дни в течение 2010 года по указанным веществам отмечались превышения среднесуточных нормативов. В частности, - по диоксиду азота на отдельных станциях мониторинга на жилых территориях среднесуточные концентрации достигали 6 ПДК_{СС} (общая повторяемость превышений в жилых кварталах составляет 11%-53%), на территориях под непосредственным воздействием автотранспорта – 6 ПДК_{СС} (повторяемость превышения - 30%-84%). Минимальные уровни загрязнения отмечаются на природных и жилых территориях, максимальные – вблизи автотрасс.

По данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы (<http://www.eco.mos.ru>), комплексный показатель загрязнения - индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), рассчитываемый по 5 приоритетным для города загрязняющим веществам (оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, озон и формальдегид), в 2010 году составил 5,8, что на 2 % выше, чем в 2009 году. В соответствии с принятой градацией уровень загрязнения атмосферного воздуха по-прежнему оценивается как «повышенный».

В целом, средний уровень загрязнения атмосферного воздуха в Москве в 2010 году, рассчитанный без учета периода задымления, не превысил аналогичных показателей за 2009 год.

2.3.2. Водные объекты.

Аналитический контроль качества воды в водных объектах города Москвы предусмотрен по 29 показателям: рН, прозрачность, растворенный кислород, взвешенные вещества, БПК₅ (биологическое потребление кислорода за 5 суток), ХПК (химическое потребление кислорода), сухой остаток, хлориды, сульфаты, фосфаты, ионы аммония, нитриты, нитраты, железо общее, марганец, медь, цинк, хром общий, никель, свинец, кобальт, алюминий, кадмий, нефтепродукты, фенолы, формальдегид, ПАВ анионоактивные, сероводород и сульфиды, токсичность. Результаты мониторинга показывают, что в 2010 году качество воды реки Москвы в целом удовлетворяло нормативам, установленным для водных объектов культурно-бытового водопользования. Категория качества воды в реке Москве (в среднем по городу) характеризовалась как «условно чистая». Превышения

нормативов культурно-бытового водопользования в отдельные месяцы наблюдались по 5-ти показателям: железо, марганец, нефтепродукты, органика по БПК и ХПК. Содержание остальных показателей сохранилось на уровне 2009 года (<http://www.eco.mos.ru>, «Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве, 2010 г.», 2011).

На качество поступающей в город воды р. Москвы и ее основных притоков влияет хозяйственная деятельность соседствующих субъектов Российской Федерации - Московской, Смоленской и Тверской областей. Анализ среднегодовых концентраций показал, что в 2010 году качество воды на входе в город соответствовало нормативам, установленным для водных объектов культурно-бытового назначения, и категория качества характеризовалась как «условно чистая». Результаты анализов свидетельствуют об уменьшении содержания на входе в город аммония в 1,23 раза, нитритов в 1,14 раз, железа в 1,3 раз, марганца в 1,2 раз, меди в 1,7 раз, цинка в 1,18 раз. Увеличение содержания загрязняющих веществ на входе в город в 2010 году отмечено только по взвешенным веществам (в 1,2 раза) и фосфатам (в 1,3 раза). Среднегодовая концентрация нефтепродуктов на входе в город составила 0,23 мг/л, что не превышает установленных нормативов культурно-бытового водопользования.

В 2010 году качество воды на выходе из города по среднегодовым концентрациям в целом соответствовало нормативам культурно-бытового водопользования, за исключением содержания органических загрязнителей (аммония до 1,6 ПДК к-б и ХПК до 1,1 ПДК к-б), и относится к категории «слабо загрязненная».

В 2010 году качество воды на выходе из города по среднегодовым концентрациям в целом соответствовало нормативам культурно-бытового водопользования, за исключением содержания органических загрязнителей (аммония до 1,6 ПДК к-б и ХПК до 1,1 ПДК к-б) и характеризуется как «слабо загрязненная». В сравнении с 2009 годом качество воды на выходе из города улучшилось по большинству показателей. Снижение содержания загрязняющих веществ отмечено по хлоридам в 1,23 раза, фосфатам в 1,44 раза, нитратам в 1,6 раз, железу в 1,3 раза, меди в 1,3 раза, цинку в 1,12 раз, нефтепродуктам в 2 раза, формальдегиду в 1,12 раз, АПАВ в 1,16 раз. Содержание кислорода, рН, БПК₅,

ХПК, сухого остатка, сульфатов, аммония и свинца не изменилось. Повышенное содержание на выходе из города в сравнении с 2009 годом отмечено по содержанию нитритов в 1,13 раз, марганца в 1,15 раз, взвешенных веществ в 2 раза и алюминия в 1,2 раза. По данным экологического мониторинга, река Москва в черте города может быть разделена на 3 участка, с характерными концентрациями загрязнения (<http://www.eco.mos.ru>, «Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве, 2010 г.», 2011):

1. Участок от входа в город до Крымского моста является наиболее чистым в городе Москве, по большинству показателей качество воды стабильно в течение года и очень незначительно изменяется по течению реки. Несмотря на периодические повышенные концентрации загрязняющих веществ в отдельных притоках и водовыпусках, в целом, на данном участке они не оказывают существенного влияния на качество воды в реке Москве.

2. Центральная часть города в пределах Садового кольца – на данном участке качество воды по нефтепродуктам, тяжелым металлам очень нестабильно и существенно колеблется как в течение года, так и вдоль реки, что свидетельствует о влиянии наиболее загрязненных притоков и выпусков промышленных сточных вод на данном участке.

3. Участок нижнего течения реки – на данном участке наибольшее влияние на экологическое состояние реки Москвы оказывает Курьяновская станция аэрации (КСА), после выпусков которой резко увеличивается концентрация биогенных элементов (по остальным показателям наблюдаются незначительные колебания концентрации загрязняющих веществ).

Анализ качества воды водных объектов города свидетельствует, что по большинству показателей вода соответствует требованиям культурно-бытового водопользования.

2.3.3. Почвенный покров города Москвы.

Совершенно очевидно, что почвы мегаполисов испытывают интенсивную антропогенную нагрузку, которая часто приводит к их деградации и, соответственно, к нарушению нормального функционирования, что оказывает как прямое, так и косвенное негативное воздействие на живые организмы (в том числе и на человека).

В 2004 году в Москве началось формирование сети пунктов постоянного мониторинга почвенного покрова с учетом территориального деления и функционального зонирования, имеющее целью получать максимально полную информацию о современном состоянии почв в городе, отслеживать тенденции изменения их состояния, выявлять наиболее актуальные проблемы в данной области и, в случае необходимости, своевременно принимать соответствующие управленческие решения. Все это в конечном итоге будет способствовать стабилизации состояния и улучшению качества почв, а значит – повышению уровня экологического благополучия в городе (<http://www.eco.mos.ru>).

В почвенном покрове города преобладают сформированные хозяйственной деятельностью человека урбаноземы – почвы с нарушенным строением профиля, несогласованным залеганием горизонтов, наличием урбиковых (антропогенных) горизонтов, высокой степенью загрязненности тяжелыми металлами и органическими веществами, наличием включений строительного и бытового мусора («Почва, город...», 1997; Герасимова, Строганова, Можарова и др., 2003).

Средняя мощность гумусированной толщи варьирует в среднем от 2 до 26 см. Такая ситуация обусловлена деградацией почв, снижением поступления органического вещества в почву с растительным опадом, частым физическим нарушением при производстве земляных работ. На территориях, сложенных насыпными техногенными грунтами, мощность гумусированной толщи составляет не более 2–4 см.

По данным экологического мониторинга наиболее замусорен почвенный покров на территориях пустырей, промышленных зон и в полосе отчуждения железных дорог. Каменистость почв в городе (является важным показателем степени антропогенного влияния на почву) составляет около 70%. Также высокая каменистость и наличие щебнистых включений негативно сказываются на росте и развитии растений. В районах плотной застройки или примыкающих к промышленным зонам в почвах выделяются целые горизонты, практически полностью состоящие из щебня разного размера.

Запечатанность почвенного покрова города по-прежнему остается высокой и составляет порядка 90% в центральной части города. Средняя запечатанность

городских почв составляет 60%. Минимальный процент запечатанности около 2% характерен для территорий парков, скверов и лесных массивов (Прокофьева, 1998).

Показателем деградации почвенного покрова города является изменение их так называемых агрохимических свойств (свойств, определяющих биопродуктивность почв).

2.3.3.1. Агрохимическая характеристика почв.

В 2010 году основная часть исследуемых проб почвы характеризуется нейтральной и близкой к ней реакцией среды (<http://www.eco.mos.ru>, «Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве, 2010 г.», 2011). Значения pH колеблются от 6,6 до 7,5 в 52,7 % проанализированных проб почв. Показателю средне- и слабокислой реакции среды соответствует 25,6 %. В 3 раза возросло количество проб с очень сильнокислой и сильнокислой реакцией среды (с 5,8 % в 2009 году до 17,7 % в 2010 году). Этот факт может быть связан с использованием почвогрунтов, соответствующих утвержденным экологическим требованиям при посадке деревьев и кустарников (нормативные значения pH для почвогрунтов, разрешенных к применению на территории города Москвы, составляет от 4 до 7, что соответствует кислой и нейтральной реакции среды).

Содержание органического углерода, характеризующее гумусность городских почв (в связи с содержанием в городских почвах примеси битумно-асфальтовых смесей, нефтепродуктов, сажи оценивается содержание органического углерода, а не гумуса), большинство проб (47,7%) соответствовало повышенной, высокой и очень высокой степени гумусности. В 2010 году по сравнению с 2009 годом количество проб с повышенной, высокой и очень высокой степенью гумусности снизилось на 20%.

Как показали исследования в 2010 году, 62% проб характеризуются очень высоким содержанием доступных растениям форм фосфора, что на 14 % проб почв меньше, чем в 2009 году. При этом увеличилось количество проб почв с низким и очень низким содержанием фосфора. Как известно, недостаток доступного для питания растений фосфора является негативным фактором, угнетающим развитие растительности, а увеличение количества проб с «очень низким» и «низким» содержанием фосфора является отрицательной тенденцией изменения городских почв. В тоже время снижение количества проб, относящихся к категориям

«высокого» и «очень высокого» содержания доступных растениям фосфатов в 2010 году является положительной тенденцией, так как очень высокий уровень фосфора в почвах превращает его из элемента питания для растений в элемент-токсикант (<http://www.eco.mos.ru>, «Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве, 2010 г.», 2011).

По содержанию калия около 26% исследованных проб относятся к группе с очень высокой степенью обеспеченности, что почти в 2 раза ниже, чем в 2010 году. Динамика содержания доступного растениям калия в поверхностном слое почв за исследуемый период сходна с динамикой содержания фосфора.

2.3.3.2. Загрязнение почв тяжелыми металлами.

Загрязненность городских почв тяжелыми металлами во многом определяется рядом факторов (длительность периода формирования территорий города, пространственная приуроченность изученных площадок к промышленным зонам и наличие в недавнем прошлом на их месте функциональных образований, характеризующихся высокими концентрациями токсичных металлов - свалки, поля фильтрации и т.д.).

В целом, отмечаются положительные тенденции в изменении содержания тяжелых металлов в почвах Москвы. Так, по результатам мониторинга 2010 года средние значения концентрации валовых и подвижных форм тяжёлых металлов не превышают установленных норм. За 2-летний период наблюдения за содержанием тяжелых металлов в почвах отмечено снижение их концентрации на 40-70%, наиболее положительная динамика отмечена для цинка и свинца, являющихся элементами 1-го класса опасности для почв (рис. 2.1.). Интересно, что составители докладов о состоянии окружающей среды в городе Москве, отмечая подобную динамику, не указывают на ее причину («Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве, 2010 г.», 2011 и др.). Следует предположить, что некоторое снижение в содержании тяжелых металлов в почвах города может быть обусловлено подсыпкой «свежих» почвогрунтов, качество которых соответствует экологическими и санитарно-гигиеническим показателям, отраженным в Постановлении Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. №514-ПП «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве».

В тоже время, в ходе мониторинга, проводимого под эгидой Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, было установлено, что на территории города выделяются участки с загрязнением почв металлами с чрезвычайно опасной категорией загрязнения. К приоритетным загрязнителям почвенного покрова относятся цинк, свинец, медь и в меньшей степени никель и кобальт (<http://www.eco.mos.ru>).

В исследованиях, выполненных ГПБУ «Мосэкомониторинг», показано, что большая часть почв города Москвы относится к слабо и средне загрязненным. По функциональному зонированию города наиболее загрязнен почвенный покров промышленной и транспортной зон, средний показатель загрязнения (СПЗ) равен 123 и 115 соответственно. Как и следовало ожидать, наименее загрязнены почвы парков (СПЗ=56), что связано с расположением парковых зон вдали от крупных автомагистралей и промышленных зон. Селитебная и селитебно-транспортная зоны загрязнены химическими элементами примерно в равной степени (СПЗ=92-94).

Ожидаемая картина загрязнения почв тяжелыми металлами и по административным округам: наиболее загрязнены тяжелыми металлами почвы ЮВАО (СПЗ=48) и ЦАО (СПЗ=39) – округа с наибольшей плотностью техногенной нагрузки, наименее – ЮЗАО (СПЗ=10), СЗАО (СПЗ=12) и САО (СПЗ=14).

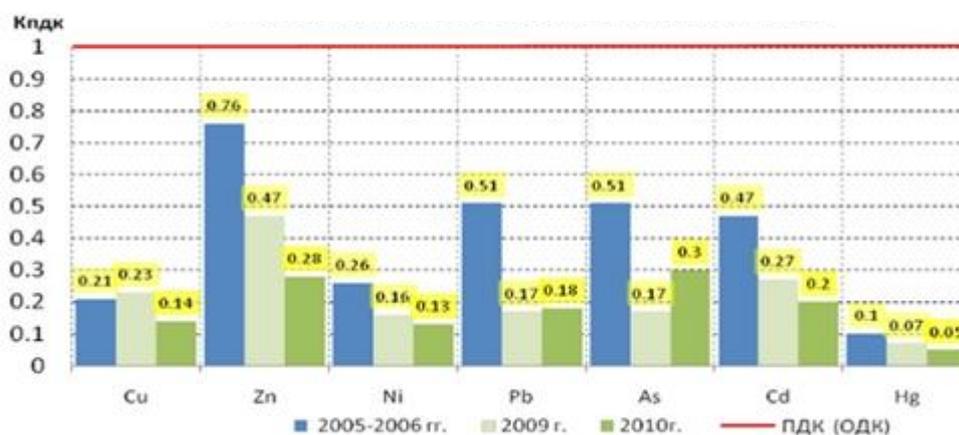


Рис. 2.1. Динамика отношения валовых форм тяжелых металлов в поверхностном слое почв к их ПДК (ОДК) - $K_{\text{ПДК}}$ (<http://www.eco.mos.ru>)

2.3.3.3. Загрязнение почв бенз(а)пиреном и нефтепродуктами.

Исследования загрязненности почв органическими токсикантами, в первую очередь, - бенз(а)пиреном и нефтепродуктами – является одним из важнейших направлений почвенно-экологического мониторинга в мегаполисе. В качестве негативного результата постоянно возрастающего техногенного воздействия на окружающую среду города Москвы является ее загрязнение нефтепродуктами и одним из продуктов сгорания углеводородного топлива - бенз(а)пиреном. Кроме того, поступление органических загрязнителей в почву может происходить при транспортировке, переработке, потреблении нефти и нефтепродуктов на территории города.

Производство энергии, химическая и нефтехимическая промышленность, автотранспорт и предприятия по производству строительных материалов также являются основными потенциальными источниками загрязнения нефтепродуктами городских почв. Как показано в разделе 1.1. настоящей диссертационной работы, расположенные в городе объекты железнодорожного транспорта также могут выступать в качестве заметного источника органических токсикантов.

В таблице 2.1. представлены результаты мониторинга содержания бенз(а)пирена и нефтепродуктов в городских почвах за период с 2010 по 2012 год (<http://www.eco.mos.ru/eco/getimage?objectId=11391>).

Табл. 2.1. Содержание нефтепродуктов и бенз(а)пирена в почвах города Москвы.

Показатель	Бенз(а)пирен			Нефтепродукты		
	год			год		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Среднее содержание, мг/кг	0,04	0,07	0,04	224,5	266,4	235,1
$K_{ндк}$ ср	2,1	3,5	2,0	0,78	0,89	0,78
Min, мг/кг	0,1	0,05	0,05	4	13	11
Max, мг/кг	1,95	1,8	1	1880	1830	1780
Кол-во превышений ПДК от общего числа точек отбора в %	52,5	79,0	45,1	—	—	—
ПДК/ОДК (мг/кг)	0,02			—		

В исследованиях, выполненных ГПБУ «Мосэкомониторинг», отмечается, что несмотря на почти двукратное снижение в сравнении с результатами обследования 2011 года, среднее содержание бенз(а)пирена в почвах Москвы по прежнему высокое — 0,04 мг/кг или 2 ПДК. Так, количество проб почв с превышениями норматива по содержанию загрязнителя в 2012 году заметно снизилось и составило 45,1% против 79% в 2011 году и 52,5% в 2010 году.

Содержание нефтепродуктов в почвах Москвы в целом остается стабильным на протяжении последних лет наблюдений. Результаты исследования загрязнения почвы органическими веществами, выполненные в 2012 году, показали общее незначительное снижение концентраций нефтепродуктов в почвах (табл. 2.1.).

Среднее содержание бенз(а)пирена в почвах всех округов, за исключением Зеленоградского, Западного и Юго-Западного административных округов превышает ПДК (рис. 2.2.). Максимальные средние концентрации загрязнителя выявлены в почвах Восточного и Юго-Восточного административных округов (0,1 и 0,07 мг/кг соответственно).

Изучение распределения бенз(а)пирена в почвах различных функциональных зон показало, что на территории города Москвы загрязнение почв данным канцерогеном распространено повсеместно, превышение норматива по содержанию бенз(а)пирена выявлено даже на территории лесопарков, национальных и природных парков (рис. 2.3).

В целом, сравнение результатов опробования 2012 года с данными, полученными в предыдущие годы, показало, что в текущем году концентрации бенз(а)пирена в почве снизились и достигли уровня 2010 года (0,04 мг/кг), а количество площадок с выявленными превышениями норматива по содержанию загрязнителя достигло сравнительного минимума и составило 45% от общего количества обследованных против 79% в 2011 году и 53% в 2010 году - рис. 2.4. (<http://www.eco.mos.ru>).

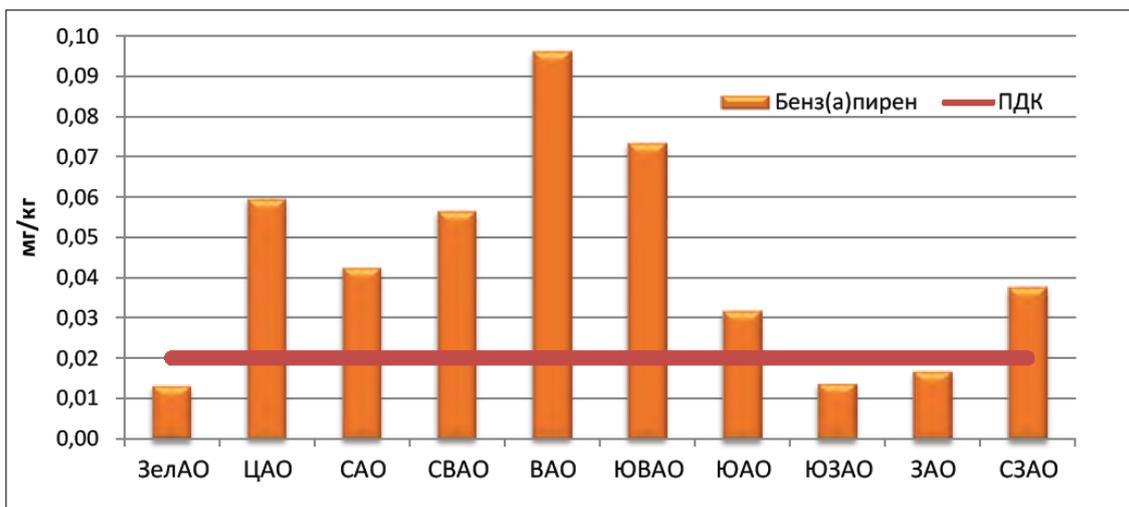


Рис. 2.2. Среднее содержание бенз(а)пирена в почвах административных округов (по результатам обследования 247 площадок мониторинга).

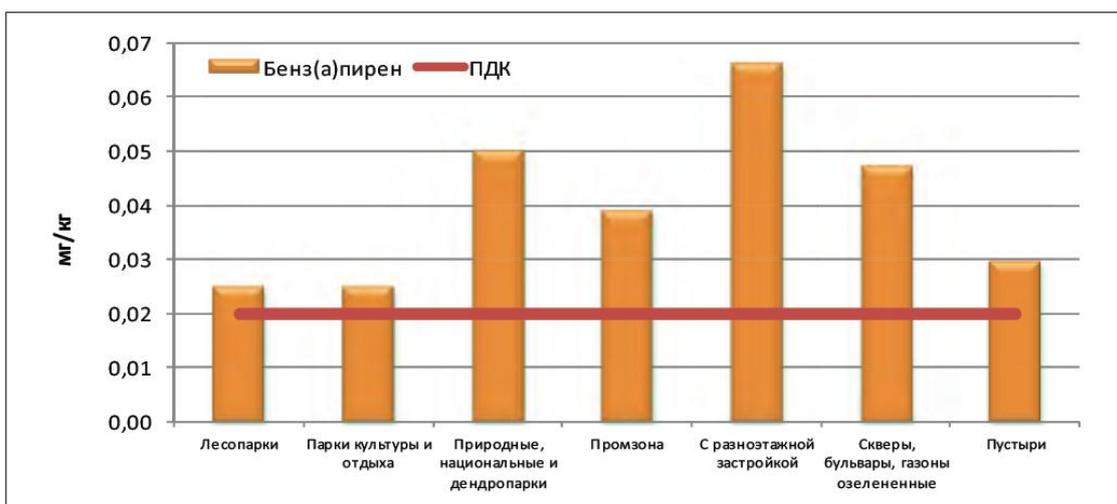


Рис. 2.3. Среднее содержание бенз(а)пирена в почвах различных функциональных зон (по результатам обследования 247 площадок мониторинга).

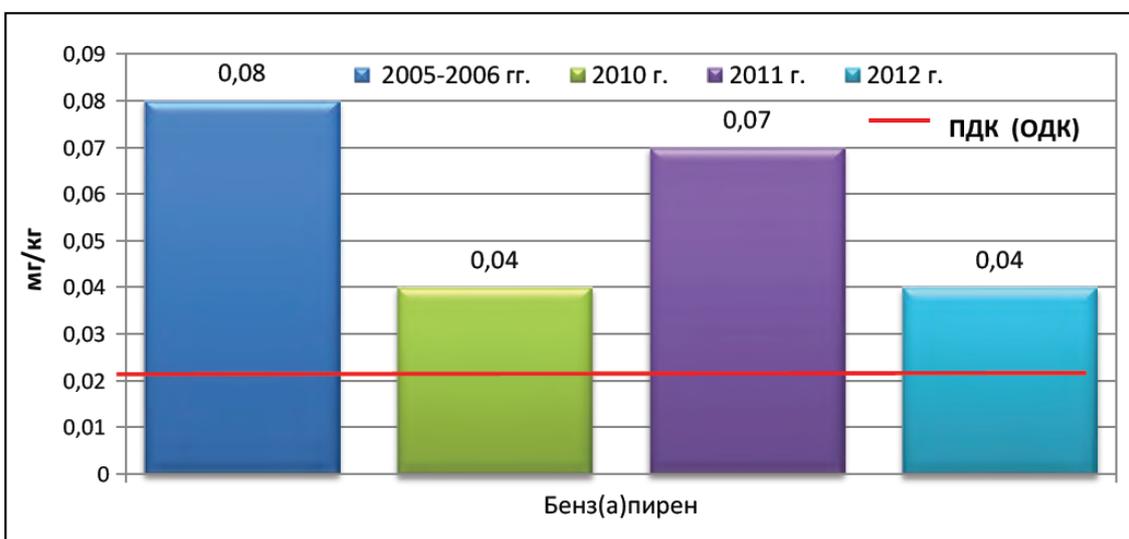


Рис. 2.4. Динамика среднего содержания бенз(а)пирена.

Содержание нефтепродуктов в почвах административных округов находится на допустимом уровне, следует отметить общее снижение концентраций нефтепродуктов в почвах Центрального административного округа, сравнительно повышенным остается содержание загрязнителя в почвах Зеленоградского (403,1 мг/кг) и Юго-Западного (369,1 мг/кг) административных округов (рис. 2.5).

Распределение нефтепродуктов в почвах различных функциональных зон различается незначительно, сравнительный максимум содержания нефтепродуктов отмечен в почвах промышленных зон и территорий с разноэтажной застройкой. Нетипичным является присутствие повышенных концентраций нефтепродуктов в почвах лесопарков (рис. 2.6).

Отмечается, начиная с 2005 года, постепенное снижение содержания нефтепродуктов в почвах города Москвы (рис. 2.7.). К настоящему моменту концентрации загрязнителя в почве снизились более чем в 2 раза, в сравнении с данными, полученными в 2005-2006 гг., это свидетельствует о достаточной эффективности мероприятий, направленных на улучшение качества почв в городской среде, в частности, - подсыпки «экологически чистых» почвогрунтов.



Рис. 2.5. Среднее содержание нефтепродуктов в почвах различных функциональных зон (по результатам обследования 247 площадок мониторинга).

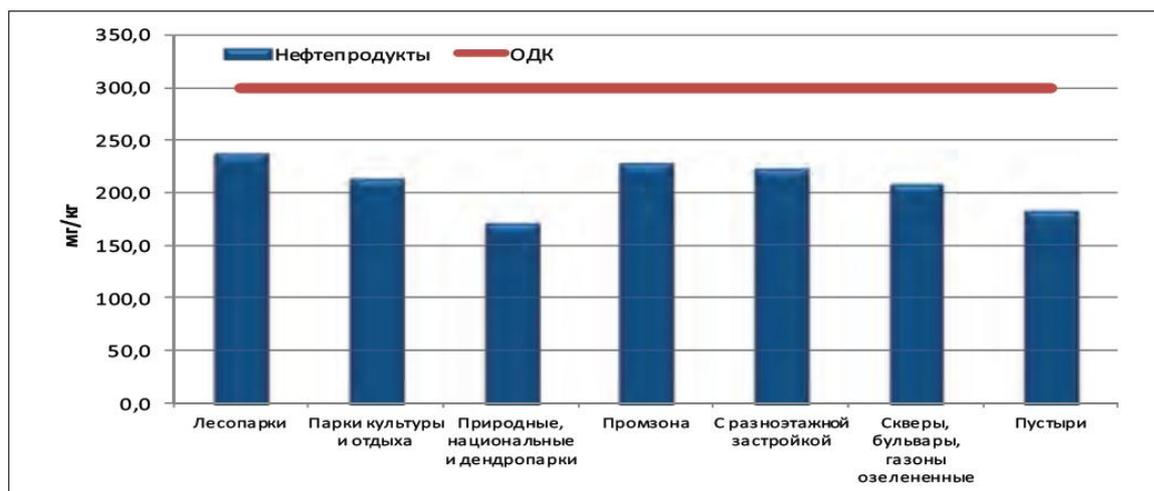


Рис. 2.6. Среднее содержание нефтепродуктов в почвах различных функциональных зон (по результатам обследования 247 площадок мониторинга).

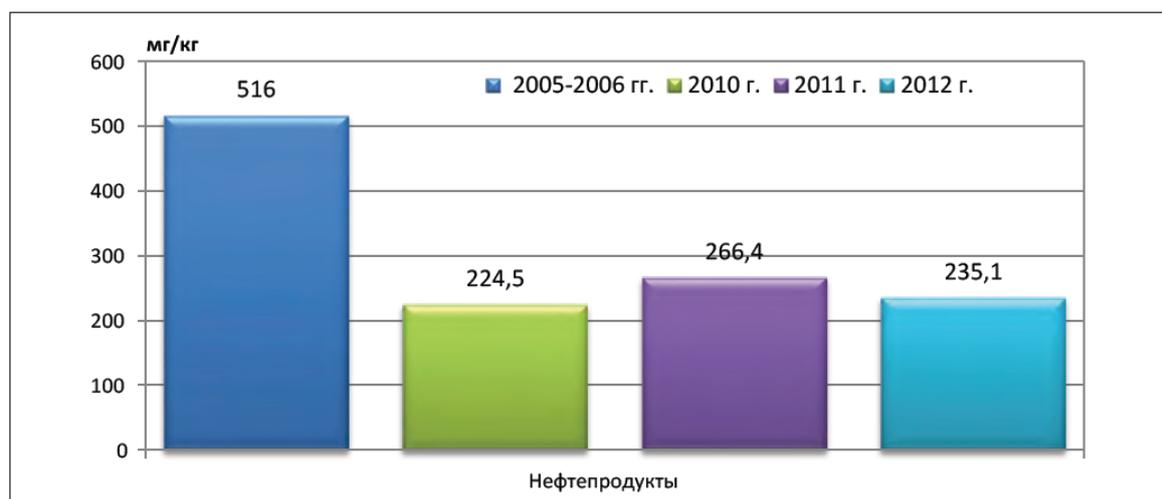


Рис. 2.7. Динамика среднего содержания нефтепродуктов.

2.3.4. Экологическая обстановка в ЦАО.

ЦАО находится в центре мегаполиса, поэтому практически со всех сторон ветер приносит вредные газы. Особенно это сказывается на восточной части округа. Немного улучшить экологическую обстановку помогло третье транспортное кольцо, разгрузившее центр от потоков транспорта, а поскольку на нем применены специальные шумопоглощающие покрытия и экраны, то и звуковое загрязнение от этой дороги невелико (<http://www.eco.mos.ru>). Транспортные средства являются главными загрязнителями воздуха, потому что мощных ТЭЦ в округе нет. В ЦАО зарегистрировано около 300 промышленных предприятий, в основном расположенных у Курского вокзала, на Звенигородском шоссе и у Грузинского Вала.

На долю ЦАО приходится около 17% выбросов всех вредных веществ в атмосферу города. Среди них наибольшее беспокойство специалистов вызывают диоксид азота и мелкие взвешенные вещества, так называемые ПМ-10. Они не выводятся из организма человека, а потому наиболее опасны. Для сравнения – на долю остальных административных округов приходится около 9% вредных выхлопов (<http://www.eco.mos.ru>).

Только 10 % территории округа приходятся на парки, скверы, водную поверхность — на все то, что может улучшить экологическую обстановку. По этому признаку округ занимает в Москве последнее, десятое место.

В ЦАО действует 5 автоматических станций экологического контроля, и еще 2 расположено на границе округа. Также в округе действует передвижная эко-лаборатория, занимающаяся контролем выбросов на предприятиях округа.

Крупные объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта (вокзалы, сортировочные терминалы, ремонтные депо) в значительном количестве располагаются в ЦАО г. Москвы (см. раздел 1.4. настоящей диссертационной работы), являясь мощным источником загрязнения окружающей среды города.

2.4. Характеристика непосредственных объектов и полевых методов исследования.

Исследования проводились на территории железнодорожных объектов города Москвы. В качестве объектов исследования выступили почвы и почвоподобные тела, расположенные на территории двух железнодорожных объектов Центрального административного округа города Москвы - «Территории грузового двора «Москва-Товарная-Смоленская» («Белорусский вокзал») и «Участка от Ленинградского и Ярославского вокзалов до Николаевского путепровода» («Три вокзала») - рис. 2.8., 2.9.

Территории «Белорусского вокзала» (Пресненский район) и «Трех вокзалов» (Красносельский район) включают в себя самые разнообразные объекты, в том числе локомотивные депо, трансформаторные подстанции, механические мастерские, ангары, склады, гаражи, здания вагономоечной машины, платформы, павильоны, административные здания, служебные помещения и др. Таким образом, значительная часть железнодорожных объектов занята щебеночными,

асфальтобетонными покрытиями и застройкой. Площадь озелененных участков, распределенных по территориям объектов крайне неравномерно, составляет около 10% от общей площади объектов. Деревья и кустарники расположены единичными экземплярами, группами и рядовыми посадками, характеризуются разнообразным породным составом; травянистый покров представленный главным образом рудеральной и злаковой растительностью.

На территории «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов» (площадь 35,8 и 111 га соответственно) в октябре-ноябре 2010 и августе-сентябре 2011 г. проводился отбор почвенных проб (растительную подстилку в анализ не включали) – рис. 2.10, 2.11. Также отбирались пробы почв на «фоновых» территориях - участках, прилегающих к изучаемым железнодорожным объектам и расположенных на различном удалении от них (рис. 2.12., 2.13.). В Пресненском р-не был отобран 48 почвенных образцов (38 образцов в октябре-ноябре 2010 года, 7 образцов в августе –сентябре 2011 г.– на территории «Белорусского вокзала», 3 образца – на так называемой «фоновой» территории в непосредственной близости от железнодорожного объекта), в Красносельском – 73 (70 образцов – на территории «Трех вокзалов», 3 образца – на соответствующей «фоновой» территории).

Пробоотбор почв проводился ручным буром голландской компании Eijkelkamp с площадок 1м x 1м методом «конверта», глубина отбора составляла 0-10 см (ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Общие требования к отбору проб; ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа). Схемы пробоотбора почв в пределах территорий железнодорожных объектов приведены на рис. 2.14., 2.15., на соответствующих «фоновых» территориях – на рис. 2.16., 2.17.).

Характеристика площадок пробоотбора отражена в табл. 2.2., 2.3. (территории железнодорожных объектов), в табл. 2.4., 2.5. (соответствующие «фоновые» территории).

Критерии для выбора мест при заложении пробных площадок - равномерность распределения по территориям железнодорожного объекта,

различная удаленность от железнодорожного полотна («Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель», 1996). Отбору проб через определенный «шаг» по линиям, идущим перпендикулярно железнодорожному полотну, препятствовала фрагментарная запечатанность почвенного покрова. В тоже время был охвачен значительный диапазон расстояний от наиболее близко расположенного железнодорожного полотна до площадки пробоотбора (измеренные величины расстояний от полотна железной дороги до площадки пробоотбора почв приведены в главе 5 настоящей диссертационной работы).

Кроме того, на отдельных пробных площадках измерялась магнитная восприимчивость почв прибором КАРРАМЕТЕР Model КТ – 5 (13-ти кратная повторность), свидетельствующая о техногенном загрязнении почв (Гладышева, Иванов, Строганова, 2007).

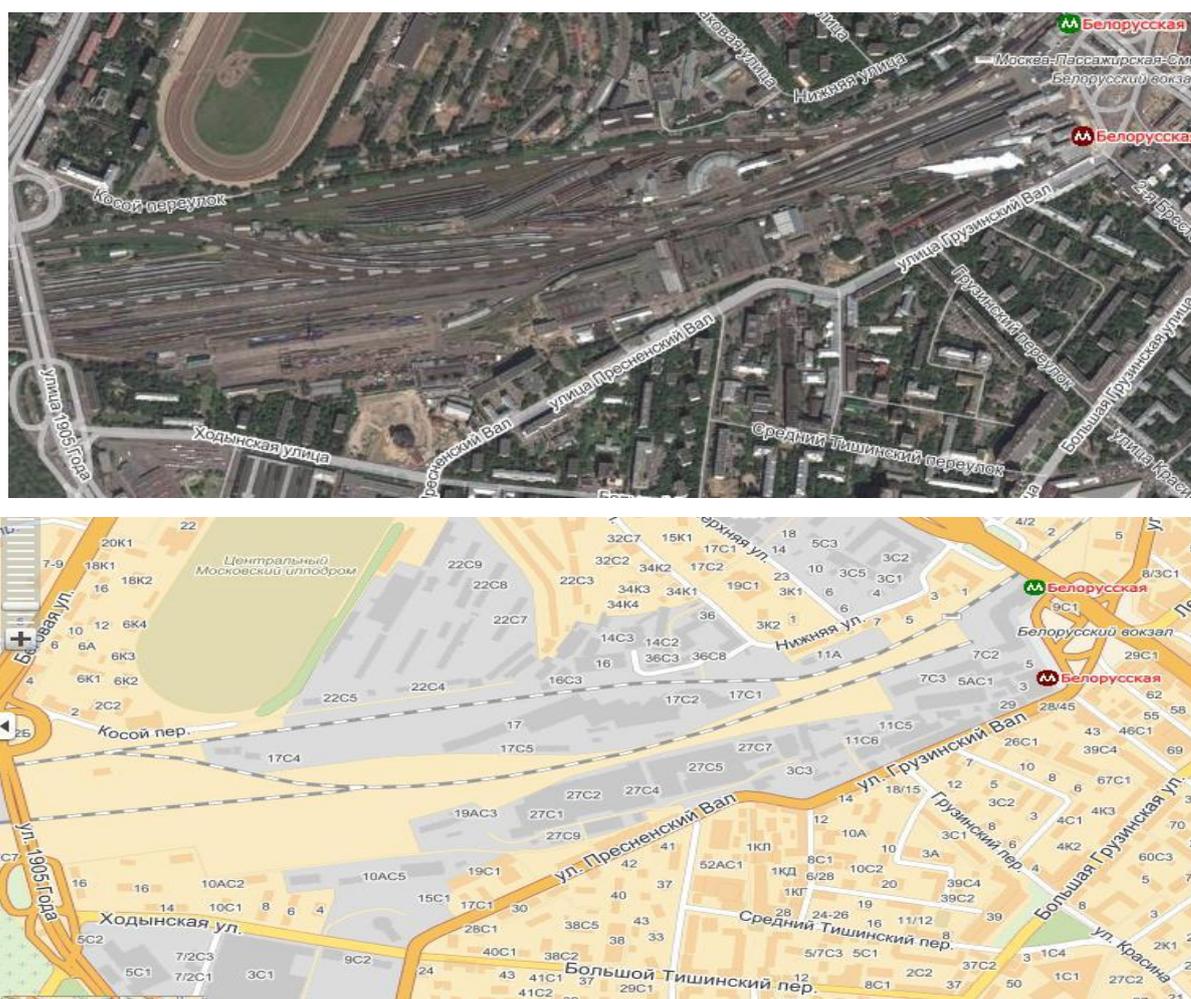


Рис. 2.8. Территория «Белорусского вокзала» (масштаб 1: 13300)

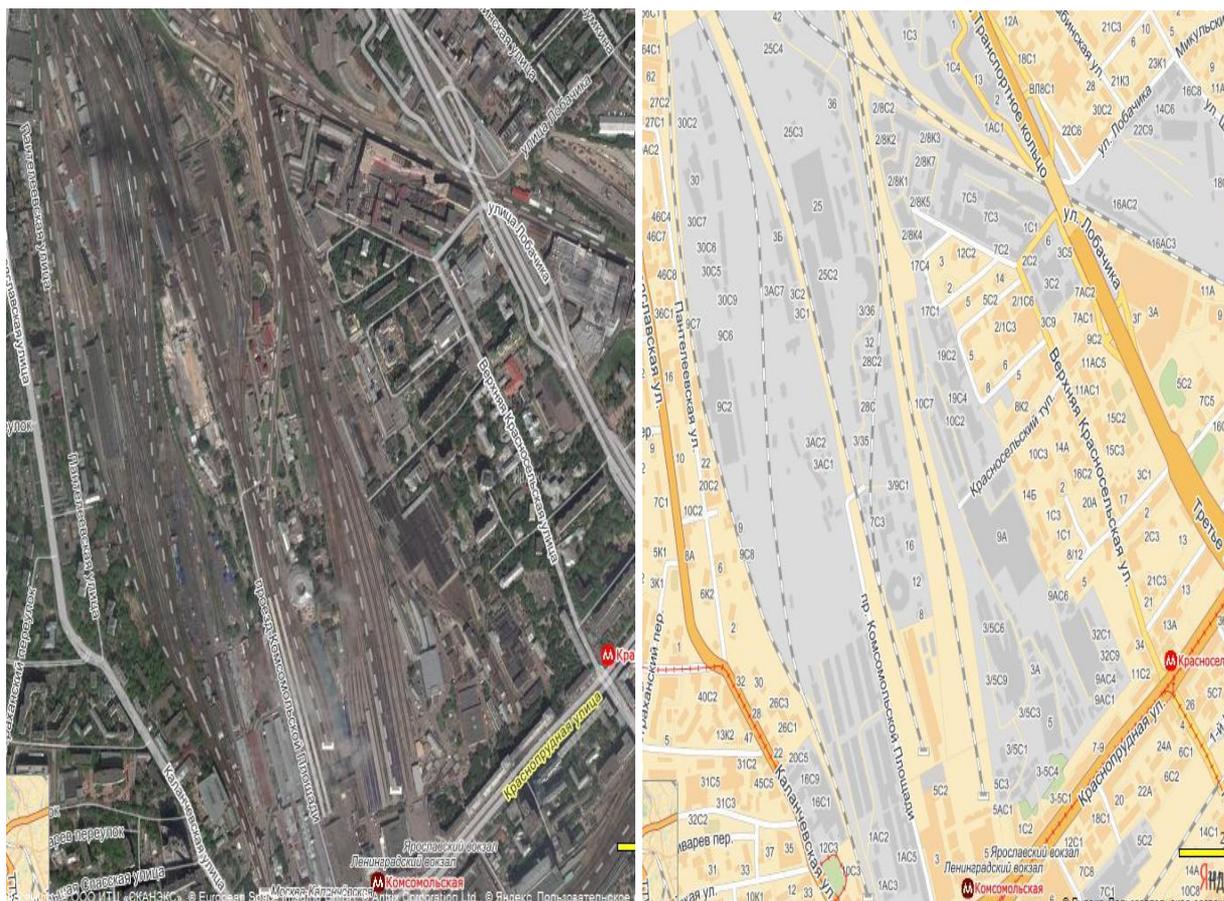


Рис. 2.9. Территория «Трех вокзалов» (масштаб 1:18500)



Рис. 2.10. Отбор проб почв на территории железнодорожного объекта «Белорусский вокзал»



Рис. 2.11. Отбор проб почв на территории железнодорожного объекта «Три вокзала»



Рис. 2.12. Отбор проб почв на «фоновых» территориях, прилегающих к железнодорожному объекту «Белорусский вокзал»

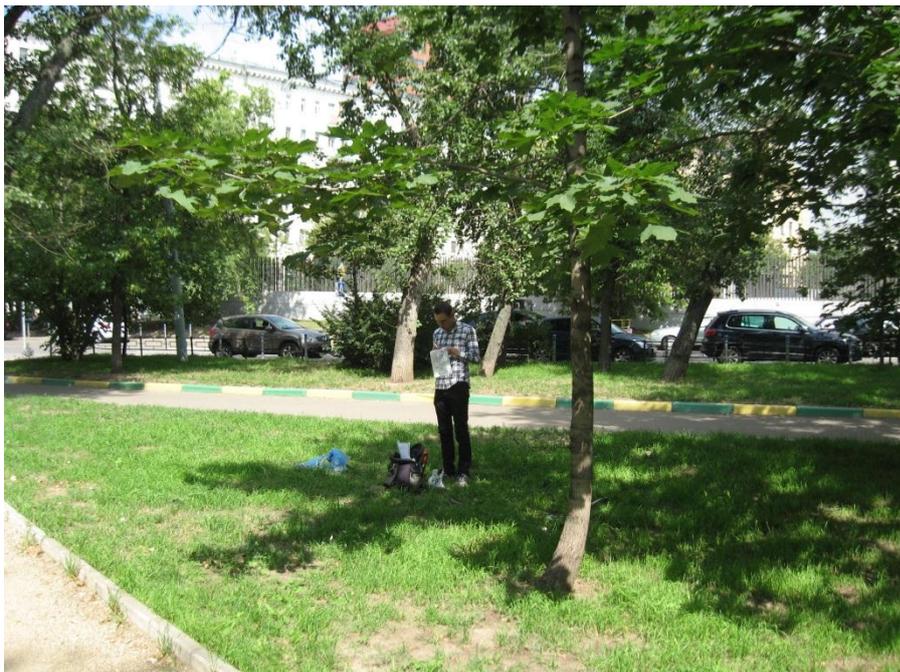


Рис. 2.13. Отбор проб почв на «фоновых» территориях, прилегающих к железнодорожному объекту «Три вокзала»



Рис. 2.14. Схема пробоотбора почв на территории «Белорусского вокзала» (масштаб 1:7400)

Примечание: ▲ 1 - площадка пробоотбора и ее номер



Рис. 2.15. Схема пробоотбора почв на территории «Трех вокзалов» (масштаб 1:10000)

Примечание: ▲ 1 - площадка пробоотбора и ее номер

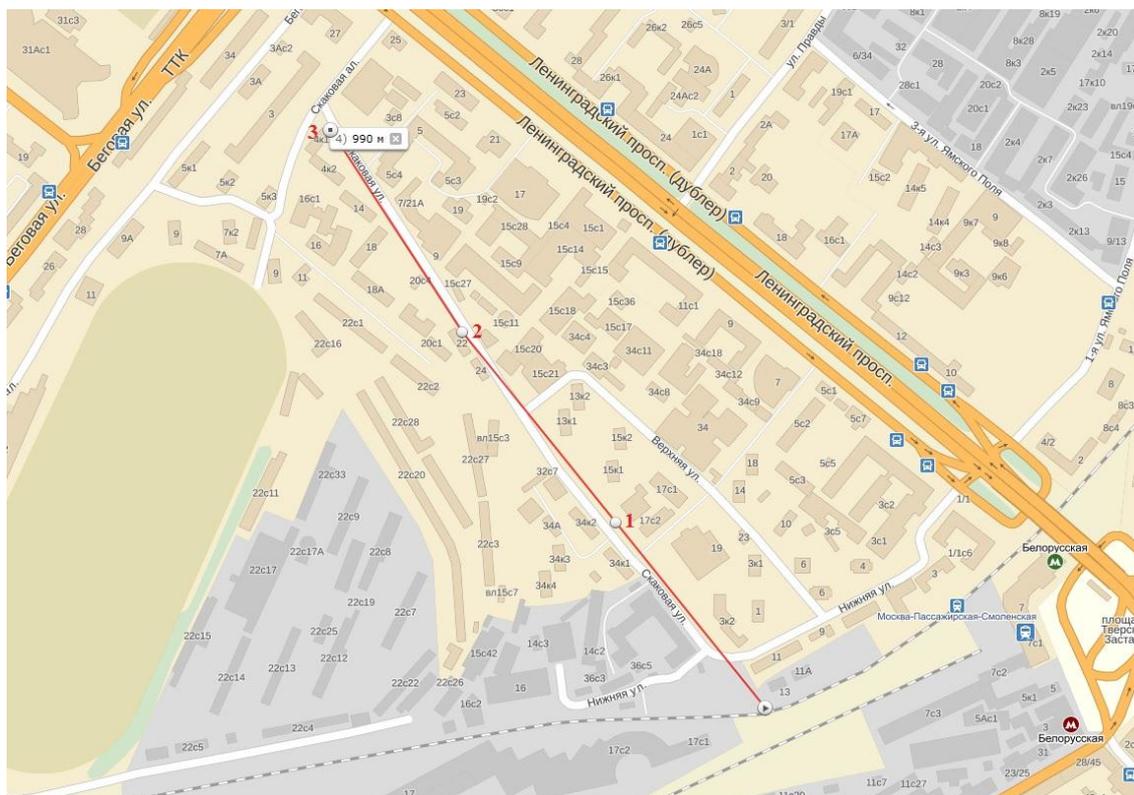


Рис. 2.16. Схема пробоотбора почв «фоновых» территорий «Белорусского вокзала» (масштаб 1:10000)

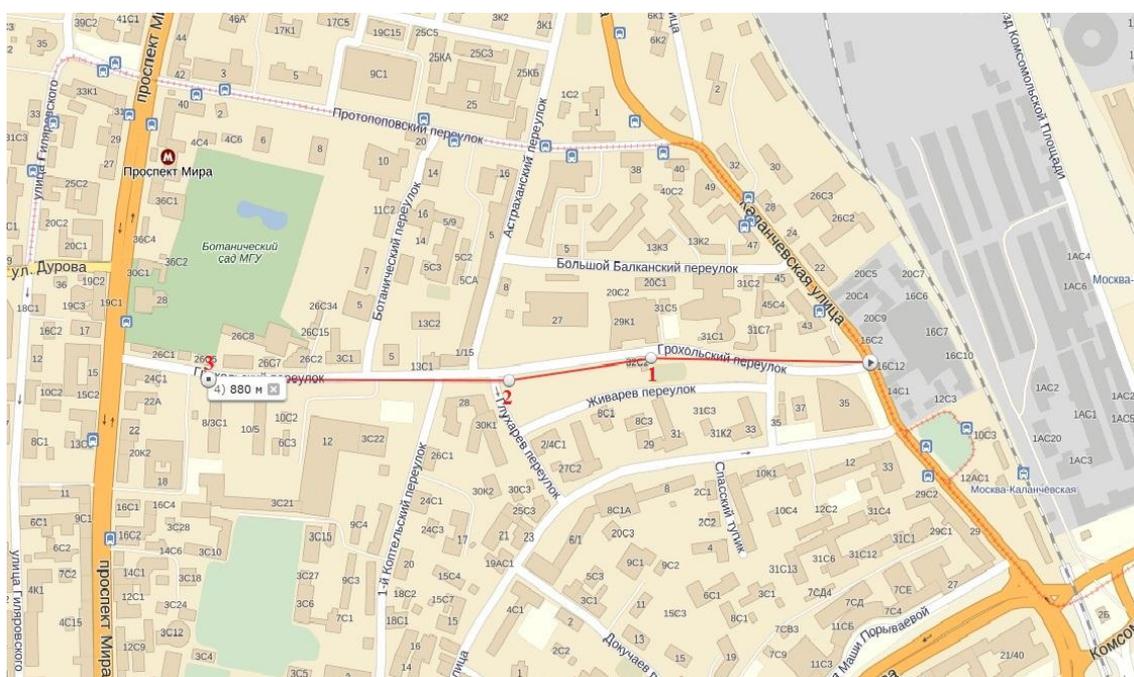


Рис. 2.17. Схема пробоотбора почв «фоновых» территорий «Трех вокзалов» (масштаб 1:10000)

Табл. 2.2. Характеристика площадок пробоотбора на территории «Белорусского вокзала»

№ п/п	Координаты, градусы		Расстояние до края ближайшего железнодоро жного полотна, м	Характерис- тика растительности	Прочие особенности площадки
	Северной широты	Восточной долготы			
1	2	3	4	5	6
1	55,77265000	37,56702778	3	Рудеральная растительность, ОПП 10-20%	Обилие гравия
2	55,77265278	37,56663333	1	Рудеральная растительность, ОПП 0-5%	Обилие гравия
3	55,77256667	37,56640556	7	Рудеральная растительность, ОПП 50-60%	Присут- ствие гравия
4	55,77247222	37,56583889	12	Преобладает рудеральная растительность, ОПП 50-60%	Присут- ствие гравия
5	55,77193889	37,56626389	40	Преобладает рудеральная растительность	Обилие щебня
6	55,77194722	37,56699444	47	Рудеральная растительность, ОПП 70-80%	Обилие щебня

Продолжение табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
7	55,77186111	37,55363333	3	Преобладает рудеральная растительность, ОПП 90-95%	Клумба с сорной растительностью, включения щебня
8	55,77173056	37,55462222	4	Преобладает рудеральная растительность, ОПП 80%	Клумба с сорной растительностью, включения щебня
9	55,77181389	37,55561389	1	Рудеральная растительность, ОПП 10-20%	Обилие гравия
10	55,77168889	37,55634167	10	Рудеральная растительность, ОПП 5-10%	Обилие гравия
11	55,77182778	37,55721111	5	Рудеральная растительность, ОПП 5-10%	Обилие гравия
12	55,77175000	37,55782500	5	Рудеральная растительность, ОПП 5-10%	Обилие гравия

Продолжение табл. 2.2.

	2	3	4	5	6
13	55,77186667	37,55924722	3	Рудеральная растительность, ОПП 20-25%	Обилие щебня
14	55,77136667	37,55836667	25	Рудеральная растительность, ОПП 10-15%	Обилие щебня
15	55,77136389	37,55901667	32	Рудеральная растительность, ОПП 5%	Обилие гравия
16	55,77137500	37,55971389	35	Рудеральная растительность, ОПП 10%	Обилие гравия
17	55,77100833	37,55981111	55	Рудеральная с элементами разнотравно- луговой растительность, ОПП 70-80%	Присутству ет щебень, бытовой мусор
18	55,77180278	37,56649167	54	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80- 90%	Обилия щебня, стекла, мусора
19	55,77166389	37,56506944	52	Рудеральная раститель- ность, ОПП 60%	Обилия щебня

Продолжение табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
20	55,77153611	37,56450278	56	Рудеральная раститель- ность, ОПП 60%	Обилие щебня, стекла, бытового мусора
21	55,77137778	37,56255556	56	Рудеральная раститель- ность, ОПП 60%	Обилие щебня, бытового мусора
22	55,77547500	37,57103889	4	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80%, в древесном ярусе клен ясенелистный	Обилие щебня
23	55,77533611	37,56843889	10	Рудеральная раститель- ность, ОПП 90%	Обилие щебня
24	55,77499444	37,56627778	8	Рудеральная раститель- ность, ОПП 60- 70%, в древесном ярусе клен ясенелистный	Обилие щебня, мусора

Продолжение табл. 2.2.

1	2	3	4	5	6
25	55,77484722	37,56501111	7	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80%, в древесном ярусе клен ясенелистный	Обилие щебня, стекла, мусора
26	55,77473611	37,56376389	8	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80- 85%, в древесном ярусе клен ясенелистный	Обилие щебня, стекла
27	55,77454167	37,56225000	8	Рудеральная раститель- ность, ОПП 70- 80%	Обилие щебня, стекла, мусора
28	55,77444722	37,56111667	8	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80%	Обилие щебня, стекла
29	55,77358611	37,55946389	4	Рудеральная раститель- ность, ОПП 40- 50%	Обилие щебня

Продолжение табл. 2.2.

1	2	3	4	5	6
30	55,77304444	37,55388611	5	Рудеральная раститель- ность, ОПП 10- 20%	Обилие гравия
31	55,77350278	37,55830556	7	Рудеральная раститель- ность, ОПП 70%	Обилие щебня, стекла
32	55,77372222	37,55711667	7	Рудеральная раститель- ность, ОПП 90%	Обилие щебня, стекла
33	55,77363889	37,55541111	6	Рудеральная раститель- ность, ОПП 90%	Обилие щебня
34	55,77409722	37,55363889	4	Рудеральная раститель- ность, ОПП 40- 50%	Обилие щебня, стекла
35	55,77415833	37,55873056	4	Рудеральная раститель- ность, ОПП 70%	Обилие щебня, стекла

Продолжение табл. 2.2.

1	2	3	4	5	6
36	55,77406111	37,55766667	3	Рудеральная раститель- ность, ОПП 50- 60%	Обилие щебня, стекла
37	55,77395833	37,55613333	4	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80%	Обилие щебня, стекла
38	55,77436389	37,55608889	26	Рудеральная раститель- ность, ОПП 90%	Обилие щебня, стекла
9`	37,55593333	55,77170000	2	Рудеральная раститель- ность, ОПП 15- 20%	Обилие щебня
11`	37,55665000	55,77185000	3	Рудеральная раститель- ность, ОПП 5%	Обилие гравия
13`	37,55858333	55,77181667	8	Рудеральная раститель- ность, ОПП 50- 60%, посадки туи	Обилие щебня
13``	37,55930000	55,77188333	1	Рудеральная раститель- ность, ОПП 70%	Обилие щебня

Продолжение табл. 2.2.

1	2	3	4	5	6
15`	37,55876667	55,77148333	1	Рудеральная растительность, ОПП 5%	Обилие гравия
37`	37,55671667	55,77395000	1	Рудеральная растительность, ОПП 3-5%	Обилие гравия

Табл. 2.3. Характеристика площадок пробоотбора на территории «Трех вокзалов»

№ п/п	Координаты, градусы		Расстояние до края ближайшего железнодорожного полотна, м	Характеристика растительности	Прочие особенности и площадки
	Северной широты	Восточной долготы			
1	2	3	4	5	6
1	55,78472500	37,65437778	15	Рудеральная растительность, ОПП 20%	Обилие стекла, щебня, мусора
2	55,78438333	37,65443056	11	Рудеральная растительность, ОПП 50%	Обилие стекла, щебня
3	55,78317500	37,65526667	5	Рудеральная растительность, ОПП 10%	Обилие мусора

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
4	55,78275278	37,65633889	20	Рудеральная раститель- ность, ОПП 70%	Обилие стекла, щебня
5	55,78078056	37,65453611	11	Рудеральная раститель- ность, ОПП 20%, в древесном ярусе клен ясенелист- ный	Обилие стекла, щебня
6	55,78406667	37,65331111	1	Рудеральная раститель- ность, ОПП 50%	Обилие стекла, щебня, мусора
7	55,78607222	37,65238889	1	Рудеральная расти- тельность, ОПП 10%	Обилие мусора
8	55,78625000	37,65394722	23	Рудеральная раститель- ность, ОПП 40%	Обилие щебня, строительно- го мусора
9	55,78704167	37,65280000	1	Рудеральная раститель- ность, ОПП 30%	Обилие щебня, строительно- го мусора

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
10	55,78837222	37,65194167	1	Рудеральная расти- тельность, ОПП 10-20%	Обилие щебня
11	55,79007222	37,64702778	1	Рудеральная расти- тельность, ОПП 30%	Обилие стекла, щебня
12	55,78969722	37,64790278	1	Рудеральная расти- тельность, ОПП 70%	Обилие стекла, щебня, мусора
13	55,78945833	37,64782222	2	Рудеральная расти- тельность, ОПП 30%	Обилие стекла, щебня, мусора
14	55,78896944	37,64736111	7	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80-90%	Обилие гальки
15	55,78914444	37,64983611	25	Рудеральная раститель- ность, ОПП 50%, кустарнико- вый ярус	Обилие стекла, строитель- ного мусора

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
16	55,78896389	37,64999167	5	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80%	Обилие стекла, щебня, строитель- ного мусора
17	55,78846389	37,64852500	4	Рудеральная раститель- ность, ОПП 90%	Обилие стекла, щебня
18	55,78814167	37,65109444	12	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80%	Обилие щебня
19	55,78777778	37,65018333	2	Рудеральная расти- тельность, ОПП 60%	Обилие стекла, щебня
20	55,78800000	37,64841111	7	Рудеральная расти- тельность, ОПП 20-30%	Обилие щебня, стекла, строитель- ного мусора
21	55,78733333	37,65153889	10	Рудеральная расти- тельность, ОПП 90%	Обилие щебня

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
22	55,78710278	37,65065833	1	Рудеральная расти- тельность, ОПП 60%	Обилие стекла, щебня, мусора
23	55,78661667	37,64922778	1	Рудеральная расти- тельность, ОПП 50-60%	Обилие строитель- ного мусора
24	55,78686667	37,65159167	14	Рудеральная раститель- ность, ОПП 40%	Обилие гальки
25	55,78651111	37,65084722	2	Рудеральная расти- тельность, ОПП 30%	Обилие щебня
26	55,78616389	37,64996389	5	Рудеральная расти- тельность, ОПП 70-80%	Обилие щебня
27	55,78576389	37,65118333	1	Рудеральная расти- тельность, ОПП 25-30%	Обилие гальки, мусора
28	55,78510000	37,65013056	3	Раститель- ный покров отсутствует	Обилие щебня, мусора

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
29	55,78513889	37,65128056	13	Рудеральная расти- тельность, ОПП 50-60%	Обилие стекла, щебня
30	55,78477500	37,65155278	14	Рудеральная расти- тельность, ОПП 60%, в древесном ярусе липа сердцевидная	Обилие строитель- ного мусора
31	55,78448889	37,65250556	9	Рудеральная раститель- ность, ОПП 30%	Обилие стекла, строитель- ного мусора
32	55,78416667	37,65155278	14	Рудеральная раститель- ность, ОПП 80%, в древесном ярусе клен ясенелист- ный	Обилие мусора
33	55,78358056	37,65293056	8	Рудеральная раститель- ность, ОПП 60-70%	Обилие щебня

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
34	55,78347778	37,65226944	4	Рудеральная раститель- ность, ОПП 40%	Обилие мусора
35	55,78346111	37,65118889	10	Рудеральная раститель- ность, ОПП 20%	Обилие гальки
36	55,78262778	37,65352500	12	Рудеральная раститель- ность, ОПП 90%	Обилие щебня, строитель- ного мусора
37	55,78258333	37,65256111	17	Рудеральная раститель- ность, ОПП 10%	Обилие щебня, стекла, строитель- ного мусора
38	55,78236944	37,65167778	4	Раститель- ный покров отсутствует	Щебень
39	55,78207500	37,65376389	13	Рудеральная раститель- ность, ОПП 30%, в древесном ярусе клен ясенелист- ный	Обилие щебня, мусора

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
40	55,78168333	37,65301667	14	Рудеральная растительность, ОПП 50%	Обилие мусора
41	55,78183611	37,65190000	1	Растительный покров отсутствует	Галька
42	55,78135278	37,65437778	8	Рудеральная растительность, ОПП 40-50%	Обилие щебня, мусора
43	55,78620000	37,64737222	11	Рудеральная растительность, ОПП 20-30%	Обилие щебня, гальки
44	55,78536111	37,64838889	5	Рудеральная растительность, ОПП 50%	Обилие щебня, мусора
45	55,78560278	37,64705833	4	Рудеральная растительность, ОПП 70%, в древесном ярусе клен ясенелистный, липа сердцевидная	Обилие щебня, мусора

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
46	55,78474444	37,64731667	1	Рудеральная раститель- ность, ОПП 5-10%	Обилие щебня
47	55,78411389	37,64933889	12	Рудеральная раститель- ность, ОПП 70%, в древесном ярусе, липа сердце- видная	Обилие мусора
48	55,78307222	37,64859722	7	Рудеральная раститель- ность, ОПП 15-20%	Обилие щебня, стекла
49	55,78222222	37,65039722	14	Рудеральная раститель- ность, ОПП 70%, в древесном ярусе клен ясенелист- ный, липа сердце- видная	Обилие щебня, мусора

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
50	55,78224722	37,64963889	5	Рудеральная раст-ть, ОПП 90%, в древесном ярусе клен ясенелистный	Старые рельсы, обилие щебня
51	55,78214444	37,65057222	10	Рудеральная растительность, ОПП 30-40%, в древесном ярусе клен ясенелистный	Обилие мусора
52	55,78178611	37,65080833	8	Рудеральная растительность, ОПП 50%	Обилие щебня, мусора
53	55,78096389	37,64854722	5	Рудеральная растительность, ОПП 80%	Обилие гальки, мусора
54	55,78040000	37,65321389	2	Рудеральная растительность, ОПП 60%, в древесном ярусе клен ясенелистный	Обилие щебня, кусков асфальта

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
55	55,78043333	37,65105556	3	Рудеральная раститель- ность, ОПП 30-40%	Обилие щебня, стекла
56	55,79102778	37,64213611	1	Рудеральная раститель- ность, ОПП 10-20%	Обилие щебня
57	55,78968333	37,64250000	2	Рудеральная раститель- ность, ОПП 60%	Обилие щебня, мусора
58	55,78877778	37,64403889	4	Рудеральная раститель- ность, ОПП 5-10%	Обилие щебня
59	55,78766667	37,64293056	1	Рудеральная раститель- ность, ОПП 70%	Обилие щебня
60	55,78727778	37,64455000	2	Рудеральная раститель- ность, ОПП 20-30%	Обилие щебня, мусора
61	55,78618056	37,64397222	1	Рудеральная раститель- ность, ОПП 10%	Обилие щебня, стекла

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
62	55,78528333	37,64493056	1	Растительность отсутствует	Обилие щебня
63	55,78523889	37,64346111	6	Рудеральная растительность, ОПП 60%	Обилие щебня, мусора
64	55,78417222	37,64385278	1	Рудеральная растительность, ОПП 20%	Обилие щебня
65	55,78311111	37,64580278	2	Рудеральная растительность, ОПП 20-30%	Обилие щебня, мусора
66	55,78257500	37,64485556	1	Рудеральная растительность, ОПП 20%	Обилие щебня, мусора
67	55,77897778	37,64871667	1	Рудеральная растительность, ОПП 50%	Обилие щебня
68	55,77806944	37,64957500	5	Рудеральная растительность, ОПП 80-90%	Мусор, стекло

Продолжение табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
69	55,77560278	37,65272222	23	Рудеральная растительность, ОПП 80%, в древесном ярусе клен ясенелистный	Обилие строительного мусора
70	55,77485556	37,65213333	3	Рудеральная раст. ОПП 30-40%	Куски асфальта, щебень

Табл.2.4. Характеристика площадок пробоотбора «фоновых» территорий «Белорусского вокзала»

№ п/п	Координаты		Расстояние до края железнодорожного полотна, м	Административная привязка	Характеристика растительности
	Северной широты	Восточной долготы			
1	2	3	4	5	6
1	55,777822	37,572739	330	35 метров на северо-запад от дома 17к2 по ул. Скаковой, 35 метров на восток от дома 34к2 по ул. Скаковой	Подстриженная газонная трава, с наличием рудеральной (сорной) растительности, ОПП 70-80%

Продолжение табл. 2.4.

1	2	3	4	5	6
2	55,780090	37,569431	660	3 метра на восток от северного угла дома 22 по ул. Скаковой	Площадка пробо-отбора практически лишена травянистой растительности, ОПП 5-10%
3	55,782761	37,566489	990	10 метров на северо-восток от дома 4к1 по ул. Скаковая аллея	газонная трава, с наличием рудеральной (сорной) растительности, ОПП 80-85%

Табл.2.5. Характеристика площадок пробоотбора «фоновых» территорий
«Трех вокзалов»

№ п/п	Координаты		Расстояние до края железнодоро жного полотна, м	Администра- тивная привязка	Характерис- тика раститель- ности
	Северной широты	Восточной долготы			
1	2	3	4	5	6
1	55,777308	37,643971	410	20 метров на юг от восточной части д. 29к1 по Грохольскому переулку, 10 метров на восток от д. 32с2 по Грохольскому переулку	Разнотравно-луговой с примесью рудеральных видов газон, ОПП 90%
2	55,777054	37,640785	610	39 метров на юго-восток от пересечения Грохольского и Глухарева переулков	Городской сквер, в травяном ярусе разнотравно-луговая растительность, древесный ярус представлен подростом клена, ОПП 60-70%

Продолжение табл. 2.5.

1	2	3	4	5	6
3	55,777018	37,634497	980	19 метров на северо-восток от северо-восточного угла д 10/5 по Грохольскому переулку	Разнотравная с примесью рудеральных видов растительность, в древесном ярусе представлен клен ясенелистный

Разрезы, выполненные на территории объекта «Белорусский вокзал», позволили диагностировать экстремально химически загрязненные почвы хемоземы и техногенные поверхностные образования (Герасимова и др., 2003; «Классификация и диагностика почв России», 2004). Для всех почв характерны включения строительного и бытового мусора в верхних горизонтах. В качестве почвообразующей породы выступают насыпные, перемешанные грунты, или культурный слой. Под щебеночными, асфальтобетонными покрытиями формируются экраноземы. Ниже приводятся описания морфологического строения почв, вскрытых разрезами на территории «Белорусского вокзала», и фотографии этих разрезов (рис. 2.18., 2.19.).

Разрез 1-11

Название объекта: «Белорусский вокзал»

Дата обследования: 27.09.11;

Привязка: 55°46,509', 37°34,092', вблизи токи №23, 3,30 м от рельсов ж\д полотна на север;

Общий рельеф: Русская равнина.

Положение разреза относительно рельефа и экспозиция: возвышенный участок рядом с ж\д полотном, южная экспозиция, крутизна 3-5°;

Микрорельеф: выражены микроповышения и микропонижения антропогенного происхождения ($\pm 20-30$ см);

Угодье: ж\д объект;

Уровень почвенно-грунтовых вод: не вскрыт;

Материнская и подстилающая порода: песчаные отложения

Название почвы: Технозем супесчаный на песке неизвестного генезиса;

Растительность: разнотравно-луговая (одуванчик, клевер, сурепица, тимофеевка, гусятая лапка) с примесью рудеральных растений (ОПП 40-50%)

Горизонт и мощность, см	Описание разреза: гранулометрический состав, влажность, окраска, структура, плотность сложение, новообразование, включение, характер вскипания, характер перехода горизонтов, признаки заболоченности, засоленности, солонцеватости и прочие особенности
A1` 0-17	Свежий; буровато-темно серый с белесыми пятнами; структура неясно выраженная комковато-порошистая; гранулометрический состав от легкого суглинка до супеси; обилие корней; включения щебня d от 1-2 см до 5 см; переход заметный по увеличению числа включений; граница слабоволнистая.
A1`` 18-32	От свежего к влажноватому; окраска та же, чуть темнее предыдущего; структура такая же; обилие корней; очень много включений щебня d от 1-3 см до 5-6 см; гранулометрический состав супесчаный; переход ясный; граница слабоволнистая.
U, 32-72	Свежий, слабо буровато-темно-серый (почти черный), структура неясно выраженная комковатая (почти бесструктурный); гранулометрический состав о супеси к песку связному; включения щебня d от 1-2 см до 3-5 см; переход ясный по цвету, структуре; граница слабоволнистая.
BC 72-85...	Свежий; буровато-желтый; бесструктурный; песок с небольшим количеством включений камней d от 3-4 мм до 2-3 см



Рис. 2.18. Профиль почвы, вскрытый разрезом 1-11 («Белорусский вокзал»)

Разрез 2-11

Название объекта: «Белорусский вокзал»

Дата обследования: 27.09.11;

Привязка: 8 м на север от рельсов ж\д полотна вблизи точки 23, в 5 м от разреза 1-11 на север;

Общий рельеф: Русская равнина

Положение выровненный участок техногенного происхождения (насыпной почвогрунт на участке заложения электрического кабеля);

Микрорельеф: бугорковатый ($\pm 20-30$ см)

Угодье: ж\д объект;

Уровень почвенно-грунтовых вод: не вскрыт;

Материнская и подстилающая порода: песчаные отложения

Название почвы: Технозем супесчаный на песке неизвестного генезиса;

Растительность: разнотравно-луговая (лютик ползучий, клевер, сурепица, лапчатка, гусиная лапка) с примесью рудеральных растений;

Горизонт и мощность, см	Описание разреза: гранулометрический состав, влажность, окраска, структура, плотность сложение, новообразование, включение, характер вскипания, характер перехода горизонтов, признаки заболоченности, засоленности, солонцеватости и прочие особенности
A1 0-18	Влажноватый; буровато-темно серый (светлее, чем в U); супесь; структура комковато-мелкопорошистая (непрочная); обилие корней; включения камней, бутылочных стекол, кирпича; переход ясный по цвету; граница языковатая.
Vf 18-42	Свежий; окраска неоднородная: на буровато-желтом фоне бурые пятна; супесь; обилие корней; включения щебня d 1-3 см, кирпича 3-5 см, стекла; структура комковато-порошистая (непрочная); переход ясный по цвету; граница волнистая.
U, 42-72	От свежего к влажноватому; окраска неоднородная: на буровато-темно-сером (почти черном) фоне желтые, бурые, белесые пятна, линзы l 2-3 см; структура комковато-порошистая, (непрочная); гранулометрический состав – от песка к супеси; включения гумифицированной древесины, камней, кирпича; переход ясный по цвету; граница слабоволнистая.
BC 72-95...	Свежий; буровато-желтый с бурыми и белесыми пятнами, бурые прослой; песок; структура слабокомковатая, почти бесструктурный; включения камней, щебня d от 1-5 мм до 2-3 см.



Рис. 2.19. Профиль почвы, вскрытый разрезом 2-11 («Белорусский вокзал»)

2.5. Лабораторные методы исследования.

В лабораторных условиях по общепринятым методикам были определены следующие свойства почв: химические – рН водной суспензии (потенциометрически стеклянным электродом), валовое содержание гумуса (спектрофотометрическим методом определения углерода органических соединений по Тюрину в модификации Никитина), содержание подвижного фосфора – спектрофотометрическим методом в вытяжке по Кирсанову, и содержание обменного калия в этой же вытяжке – методом эмиссионной фотометрии пламени; физико-химические – рН солевой суспензии (потенциометрически стеклянным электродом); физические - плотность сложения поверхностных горизонтов почв (Аринушкина, 1970; Орлов, Гришина, 1981; «Практикум по агрохимии», 2001; Вадюнина, Корчагина, 1986).

Кроме того, во всех смешанных пробах было измерено содержание тяжелых металлов (мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, медь, никель, марганец), бенз(а)пирена и нефтепродуктов. Перечень измеряемых показателей загрязнения определялся в соответствии с нормативно-методическими документами (СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства», 1997; ГОСТ 17.4.1.02.83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения», 1983), а также результатами ранее проведенных исследований (Каверина, 2004; Казанцев, 2008).

Тяжелые металлы определялись методом атомной адсорбции на атомно-адсорбционном спектрофотометре Hitachi 180-80 с Зеемановским корректором фона. Тяжелые металлы извлекались кислотным разложением проб (1н. HNO_3); для определения ртути использовался метод холодного пара (РД 52.18.289-90. Методические указания «Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом»).

Подготовка пробы к анализу содержания бенз(а)пирена проводилась стандартным методом ЕРА (Plumb, 1981). Для извлечения ПАУ 10 г образца смешивали с 0,5 г безводного сульфата натрия, добавляли 15 мл гексана и смесь экстрагировали в течение 20 мин на ультразвуковой бане (использовался тип

УЗДН-1) при 35 кГц. Экстракт фильтровали через вакуумный мембранный фильтр (0,5 мкм типа GHWP), упаривали до объема 300 мкл в токе очищенного азота, экстракт растворяли в 1 мл ацетонитрила и исследовали на хроматографе фирмы «Waters». Для детектирования применяли 2 параллельных детектора: ультрафиолетовый (длина волны 254 нм) и флуоресцентный (длины волн 380, 405 нм). Регистрация пиков и математическая обработка хроматограмм производилась с помощью системы обработки данных «Maxima». В качестве элюента (подвижной фазы) используется смесь ацетонитрила с водой в соотношении 80:20. Деионизированная вода готовилась на установке «Milli-Q».

Определение общего содержания нефтепродуктов проводилось флуориметрическим методом на анализаторе нефтепродуктов «Флюорат-02» (ПНД Ф 16.1.21-98; «Руководство по методике люминесцентно-битуминологических исследований», 1996; «Практикум по инструментальным методам анализа вещества в ландшафтно-геохимических исследованиях», 1992).

Статистическая обработка результатов исследований проводилась в программах MS Excel 2010, Statistica (версия 6.0).

Построение картосхем пространственного распределения химических элементов по территории железнодорожных объектов проводилось при помощи программных комплексов Surfer (версия 10.0).

ГЛАВА 3.
ФИЗИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ИССЛЕДУЕМЫХ ПОЧВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

3.1. Плотность почв.

Результаты измерения плотности верхнего слоя (0-10 см) почв свидетельствуют о том, что практически их переуплотнение отсутствует (переуплотненными считаются почвы, плотность сложения которых выше 1,2 г/см³) (Смагин, Шоба, Макаров, 2008). Расчет t-критерия показал достоверность различий между почвами «Трех вокзалов» и соответствующей фоновой территории по показателю плотности сложения. Для «Белорусского вокзала» такая закономерность не установлена.

Табл. 3.1. Статистические характеристики плотности почв железнодорожных объектов и фоновых территорий.

Характеристика	ж/о «Белорусский вокзал»		ж/о «Три вокзала»	
	Объект	Фон	Объект	Фон
Объем выборки	9	3	19	3
Минимальное значение, г/см ³	0,58	0,67	0,35	0,45
Максимальное значение, г/см ³	1,27	1,07	1,46	0,81
Среднее арифметическое значение, г/см ³	0,98	0,85	0,96	0,65
Медиана, г/см ³	1,09	0,82	1,04	0,70
Дисперсия, г ² /см ⁶	0,05	0,04	0,06	0,03
Стандартное отклонение г/см ³	0,22	0,20	0,25	0,18

3.2. Магнитная восприимчивость почв.

В ранее выполненных исследованиях было убедительно показано, что магнитные свойства почв являются надежным индикатором их техногенной измененности (Бабанин, Трухин, Карпачевский и др., 1995). Совершенно очевидно, что различные факторы воздействия объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду (влияние продуктов деятельности железнодорожного транспорта, полотна транспортной магистрали, перевозимых по дороге грузов и др.), достаточно подробно описанные в 1-й главе настоящей диссертационной работы, способствуют поступлению в почвы железнодорожных объектов частиц, содержащих в том числе сильномагнитные соединения железа, в результате чего изменяются почвенные магнитные характеристики – магнитная восприимчивость (МВ), остаточная намагниченность, коэрцитивная сила и др. Чаще всего для измерений применяется объемная (χ) или удельная ($\chi = \chi / \rho$, где ρ – плотность почвы) МВ, величины которых определяются значениями индивидуальных восприимчивостей различных типов соединений с учетом их содержания (Бабанин, Трухин, Карпачевский и др., 1995). В случае наших исследований в 13-ти кратной повторности на каждой пробной площадке измерялась объемная (χ) МВ поверхностных горизонтов почв прибором КАРРАМЕТЕР Model КТ – 5 (см. главу 2 диссертационной работы).

На территории города Москвы магнитная восприимчивость почв изучалась в последние годы достаточно интенсивно (Гладышева, 2007; Гладышева, Иванов, Строганова, 2007). Маршрутным методом в мегаполисе было выделено 15 ареалов с повышенными значениями МВ - $\chi_{\text{ср}}$ более $1 \cdot 10^{-3}$ СИ, соответствующих территориям крупных металлоперерабатывающих предприятий, тяжелого машиностроения, строительной индустрии и **крупных железнодорожных узлов** – рис. 3.1. Показано, что значения МВ почв парков, лесопарков, зон рекреаций и селитебных районов близки или соответствуют фоновым значениям для автоморфных почв зонального типа. Установлено, что **автотранспортные артерии являются элементарной магнитной аномалией, при этом наибольшие значения МВ почв локализованы в пределах первых метров от края дорожного полотна** и падают в 3-10 раз на расстоянии нескольких десятков

метров. Кроме того, М.А. Гладышевой (2007) была разработана система оценки степени техногенной нагрузки и неоднородности (техногенной контрастности) территории с использованием градаций и основанная на естественных особенностях статистического распределения МВ поверхностного покрова города (табл. 3.2.). При этом 28% площадей территории Москвы имеют наибольшую техногенную нагрузку, и 48 % - слабую.

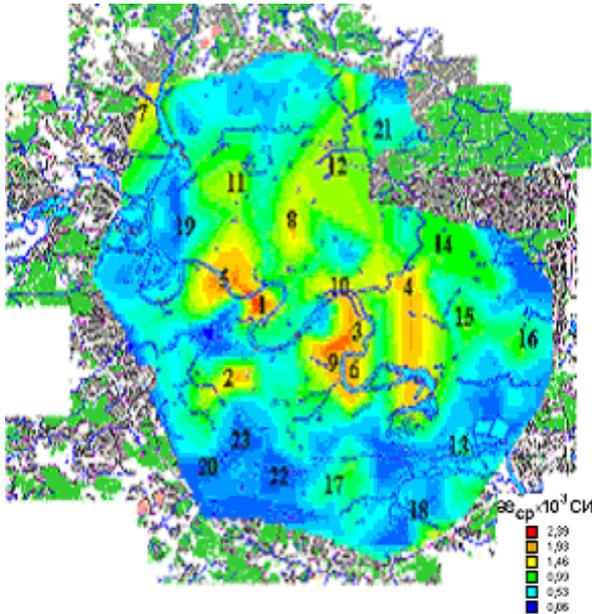
Табл. 3.2. Группировка ареалов почв по степени техногенной нагрузки (Гладышева, 2007)

Значения $\bar{x}_{cp} (\cdot 10^{-3})$ СИ)	Степень ТГ нагрузки	
	Балл	Градация
$\bar{x}_{cp} < 0,46$	1	ТГ ненагруженный
$0,46 < \bar{x}_{cp} < 0,68$	2	ТГ слабонагруженный
$0,68 < \bar{x}_{cp} < 1,00$	3	ТГ средненагруженный
$\bar{x}_{cp} > 1,00$	4	ТГ сильнонагруженный

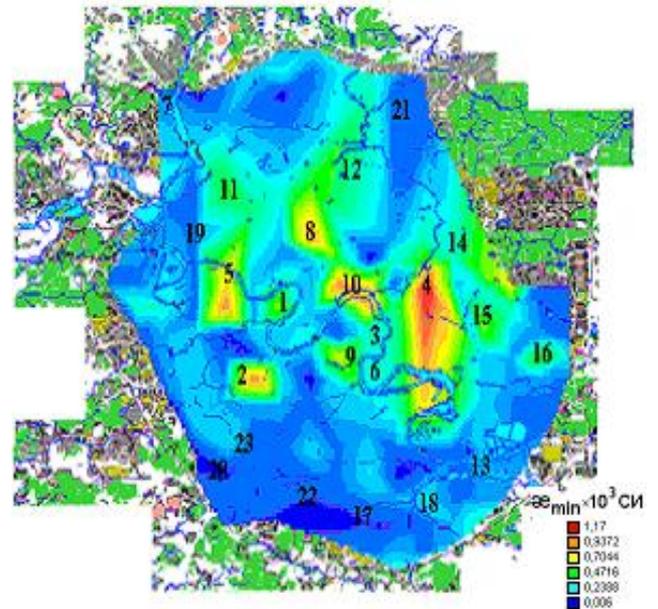
В тоже время, детальных исследований магнитных свойств почв в непосредственной близости от железнодорожных путей, к тому же расположенных в пределах больших городов (где существует «наложение» общегородской и «специфической для железной дороги техногенной нагрузки») не проводилось.

Результаты измерения МВ почв исследуемых железнодорожных объектов, представленные в табл. 3.3, 3.4., 3.5., свидетельствуют о высоком варьировании показателей содержания магнитных оксидов железа в пределах каждого из объектов. Однако, несмотря на это варьирование, средние значения магнитной восприимчивости почв «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов» являются сопоставимыми величинами и соответствуют градации «ареал техногенный сильнонагруженный» (табл. 3.2) Средние величины показателя МВ для «фоновых» территорий обоих железнодорожных объектов невелики (табл. 3.5.), достаточно близки между собой и относятся к градации «ареал техногенных ненагруженный» ($\bar{x}_{cp} < 0,46 \cdot 10^{-3}$ СИ). Использование t-критерия (распределение Стьюдента) показывает статистически значимое превышение содержания магнитных оксидов железа в почвах железнодорожных объектов по сравнению с соответствующими «фоновыми» территориями с уровнем значимости 0,05.

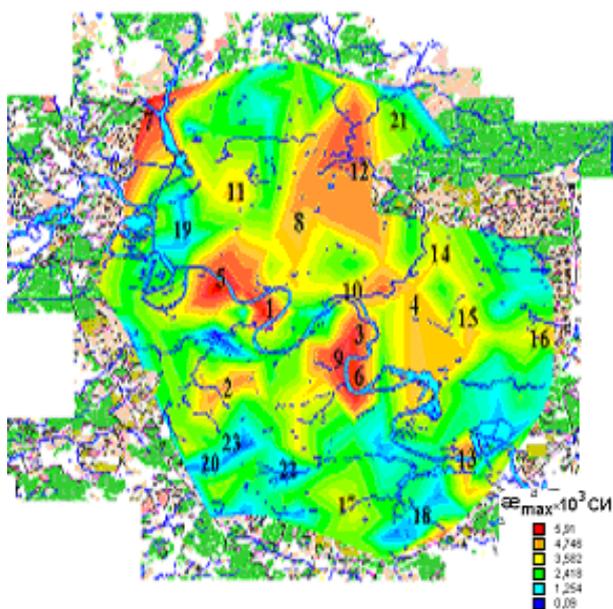
Кроме того, применение F-теста (распределение Фишера) выявляет достоверное увеличение магнитной восприимчивости в непосредственной близости от железнодорожного пути – в зоне 0-10 м для железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» и в зоне 0-8 м для объекта «Три вокзала». Таким образом, почвы исследуемых железнодорожных объектов подвергаются существенной техногенной нагрузке и значимо отличаются от почв прилегающих территорий, условно обозначенных «фоновыми», по своей магнитной восприимчивости. Указанная нагрузка складывается из «общегородской», характерной для всех функциональных зон мегаполиса, и «специфической», о чем также свидетельствуют локализации магнитных оксидов железа в почвах вблизи железнодорожного полотна.



а. Картограмма средних значений магнитной восприимчивости почв Москвы



б. Картограмма минимальных значений магнитной восприимчивости почв Москвы



в. Картограмма максимальных значений

магнитной восприимчивости почв Москвы

Рис. 3.1. Картограммы распределения значений МВ почв города Москвы

(Гладышева, 2007)

Табл.3.3. Результаты измерения магнитной восприимчивости почв пробных площадок территории «Белорусского вокзала»

№ площадки	Магнитная восприимчивость почв, 10 ⁻³ СИ													Среднее значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
8	0,00	0,00	0,76	0,58	0,65	0,64	0,95	0,72	0,77	0,47	0,59	0,59	0,60	0,56
7	0,77	0,78	0,43	0,70	0,66	0,81	0,72	0,71	0,71	0,76	0,56	1,19	0,74	0,73
9	4,75	15,40	4,88	5,51	7,05	8,21	6,03	7,43	5,86	5,29	8,21	6,22	7,65	7,11
10	7,02	6,87	5,22	10,20	7,53	8,75	5,83	4,14	6,58	7,16	6,49	6,80	5,84	6,80
9`	12,20	2,09	2,65	2,23	2,30	31,80	1,94	2,65	1,35	1,59	2,05	3,17	11,90	5,99
11	6,52	11,20	4,98	8,23	5,31	16,30	8,03	12,50	7,60	10,00	6,94	11,30	14,70	9,51
11`	1,16	0,00	0,00	0,00	3,07	3,19	4,24	2,64	4,75	3,50	2,16	4,38	3,20	2,48
14	3,47	3,25	2,91	2,72	4,09	2,08	2,76	4,20	2,79	3,01	4,26	2,21	2,66	3,11
15`	36,90	7,15	12,20	5,35	5,30	4,47	5,46	4,35	9,09	15,90	14,40	4,68	8,36	10,28
13`	4,59	3,76	1,31	9,20	1,77	2,05	3,81	1,98	2,34	2,02	2,48	2,80	1,58	3,05
13``	1,87	1,75	3,66	3,05	1,98	4,33	1,41	1,14	2,17	1,49	2,42	4,42	1,71	2,42
13	1,22	0,73	2,74	0,73	1,63	2,01	0,96	1,77	2,59	1,58	1,52	2,30	0,93	1,59
5	9,31	7,37	4,18	10,00	6,65	4,30	9,42	2,61	6,19	4,57	3,46	3,03	4,12	5,79
18	2,13	2,64	1,78	1,36	0,65	1,93	1,51	0,03	0,01	2,66	0,03	0,65	0,70	1,24
19	1,38	1,65	0,79	1,88	1,64	6,00	2,22	2,56	2,76	3,41	2,67	2,41	2,27	2,43
20	4,72	0,86	0,50	1,78	1,01	1,00	2,29	2,79	0,79	1,13	2,65	1,47	2,83	1,83
21	2,90	2,62	2,96	3,41	1,51	6,90	5,44	3,90	2,72	5,40	2,72	14,40	1,55	4,34
22	2,42	4,64	5,59	4,46	3,74	3,18	2,14	15,10	2,59	5,21	4,74	6,61	6,84	5,17
23	10,80	14,60	5,51	8,02	88,88	11,80	12,00	0,06	17,90	15,00	13,10	6,07	19,20	17,15
37`	0,77	2,62	4,07	0,90	1,24	0,85	0,87	0,84	0,48	0,49	2,22	2,42	3,37	1,63
37	4,96	4,60	4,21	3,46	2,08	1,88	6,13	1,58	1,37	1,55	1,01	2,43	2,32	2,89
32	2,17	4,17	1,09	0,50	0,87	1,62	0,00	1,10	0,88	1,00	7,51	0,88	4,13	1,99
31	0,44	3,57	1,01	1,14	0,50	1,32	1,72	0,46	0,46	1,24	0,98	0,88	1,62	1,18
29	2,35	2,17	2,20	3,32	1,95	2,19	1,62	2,13	2,60	0,03	2,24	3,78	2,30	2,22
35	3,26	3,29	3,85	2,77	3,60	2,66	3,65	3,22	3,20	3,39	4,05	2,83	3,78	3,35
28	3,75	1,90	1,55	2,13	1,36	2,02	1,58	11,50	5,86	2,67	2,52	46,90	0,95	6,51
26	0,74	7,79	7,68	8,55	0,72	1,59	0,79	0,77	0,75	0,68	0,76	0,64	127,00	12,19
25	0,81	0,52	0,37	0,60	0,46	0,41	0,44	0,35	0,56	52,20	0,57	1,55	0,30	4,55

Табл.3.4. Результаты измерения магнитной восприимчивости почв пробных площадок территории «Трех вокзалов»

№ площадки	Магнитная восприимчивость почв, 10 ⁻³ СИ													Среднее значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
11	0,45	0,32	0,55	0,92	0,44	16,20	1,42	1,12	1,37	1,03	0,75	0,56	0,51	1,97
12	76,80	92,30	65,00	141,00	22,10	76,90	89,10	105,00	22,20	44,80	54,00	59,60	100,00	72,98
11	2,71	1,95	4,12	2,67	1,97	2,66	7,18	0,20	2,03	2,23	5,08	2,99	2,18	2,92
13	5,03	4,49	4,02	3,45	5,41	6,58	4,01	5,02	3,94	2,42	5,77	5,67	6,04	4,76
17	0,58	2,43	1,11	0,92	0,68	0,45	0,60	0,31	0,52	0,79	0,98	0,40	0,80	0,81
16	0,56	2,23	1,34	0,87	0,92	1,03	0,98	0,50	1,07	0,89	0,55	0,32	1,27	0,96
15	2,94	2,85	4,54	5,06	5,79	0,92	1,57	0,54	5,17	4,93	1,37	2,35	2,01	3,08
21	1,04	2,43	2,61	2,74	2,59	2,30	2,16	1,44	10,00	1,40	0,00	0,00	3,71	2,49
19	1,98	3,62	1,46	1,72	3,31	1,74	2,94	2,50	1,40	3,71	2,96	2,33	3,18	2,53
22	1,37	1,95	1,99	23,70	2,95	3,46	2,31	1,86	2,24	2,22	2,14	3,38	2,02	3,97
25	2,76	1,95	6,12	2,82	2,07	1,41	1,18	2,69	2,21	4,11	3,86	3,21	0,90	2,71
27	2,02	2,00	3,99	1,91	3,80	2,94	3,83	1,30	1,20	1,35	12,20	3,58	3,15	3,33
50	2,10	14,90	1,53	1,82	1,73	0,00	24,50	3,70	5,21	44,00	0,82	0,24	1,25	7,83
49	0,43	1,28	0,83	0,50	0,40	0,82	1,88	0,77	0,94	3,79	1,79	1,68	0,85	1,23
45	1,14	2,78	6,64	47,20	78,40	35,00	10,40	13,10	89,70	34,00	145,00	74,70	40,90	44,54
38	2,44	4,40	2,96	2,21	0,96	1,05	4,85	5,06	2,76	2,74	1,56	2,63	6,95	3,12
41	5,34	2,94	5,87	4,66	4,00	4,68	6,12	4,34	3,71	3,91	3,52	2,50	5,28	4,37
36	2,59	0,86	2,10	1,53	2,18	0,76	0,00	2,20	0,93	0,76	0,56	0,94	0,00	1,19
39	2,64	3,35	3,51	3,71	5,85	3,40	2,57	2,14	2,35	1,63	0,65	2,81	2,61	2,86
42	2,12	1,64	0,94	0,90	127,00	2,14	1,03	0,93	2,09	1,56	1,17	1,24	1,32	11,08
54	1,97	0,94	0,63	0,59	0,86	1,06	4,10	0,60	0,61	2,16	1,32	1,33	1,73	1,38
57	0,79	1,39	1,14	2,72	3,95	1,98	1,48	1,21	1,94	1,69	3,07	1,58	1,41	1,87
58	4,55	8,05	0,00	4,21	3,76	4,44	0,00	3,70	4,33	41,50	6,98	7,08	16,20	8,06
59	5,53	4,29	2,74	1,16	4,31	2,44	2,20	3,53	4,24	3,07	0,00	0,00	0,00	2,58
63	0,61	0,66	0,51	0,68	0,71	0,87	0,67	0,38	2,29	0,89	0,89	0,49	1,03	0,82
64	0,13	0,14	0,19	0,15	0,16	0,12	0,20	0,11	0,18	0,08	0,33	0,31	0,30	0,18

Продолжение таблицы 3.4.

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
66	0,52	0,47	0,74	0,34	0,65	1,44	0,74	0,27	1,30	1,92	0,37	0,27	0,70	0,75
61	2,58	2,84	2,27	8,04	2,63	1,80	3,31	1,83	4,00	1,60	2,76	1,78	2,24	2,90
5`	2,31	1,86	2,15	0,11	0,36	3,09	2,87	3,32	2,62	3,66	2,52	2,31	2,23	2,26
5	0,79	0,52	0,56	0,61	0,66	0,56	0,38	0,44	0,48	0,93	0,58	0,62	0,86	0,61
4	2,84	3,91	4,63	3,91	3,28	1,60	3,75	2,38	2,87	2,36	2,98	2,53	3,08	3,09

Табл. 3.5. Объемная магнитная восприимчивость почв железнодорожных объектов и «фоновых» территорий

Характеристика	Магнитная восприимчивость 10^{-3} СИ			
	«Белорусский вокзал»	«Белорусский вокзал» «Фон»	«3 вокзала»	«3 вокзала» «Фон»
Объем выборки	28	3	31	3
Минимальное значение, 10^{-3} СИ	0,56	0,31	0,18	0,16
Максимальное значение, 10^{-3} СИ	17,15	0,61	72,98	0,38
Среднее арифметическое значение, 10^{-3} СИ	4,58	0,47	6,56	0,24
Медиана, 10^{-3} СИ	3,08	0,51	2,71	0,18
Дисперсия, 10^{-6} СИ	15,01	0,023	213,221	0,014
Стандартное отклонение 10^{-3} СИ	3,87	0,15	14,60	0,12

3.3. Общие физико-химические и химические свойства почв.

Значения показателей некоторых физико-химических и химических свойств почв изучаемых железнодорожных объектов ЦАО города Москвы и результаты статистического анализа этих значений приведены в таблицах 3.6., 3.7., 3.8.

3.3.1. Водная и солевая кислотность почв.

Почвы и почвоподобные тела обоих железнодорожных объектов характеризуются в основном нейтральной и слабощелочной реакцией среды (на территории «Трех вокзалов» обнаружено несколько пробных площадок со слабокислой реакцией), что является типичным для городских территорий («Антропогенные почвы...», 2003; Строганова, 1998).

Так, значения рН солевой вытяжки почв железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» варьируют в пределах от 6,44 до 8,37; среднее значение – 7,54, что соответствует слабощелочной реакции среды. В почвах «Трех вокзалов» значения рН водной вытяжки изменяется в интервале от 6,91 до 8,82, среднее значение 7,82 (слабощелочная среда).

Известно, что нейтральная и даже щелочная реакция среды характерны для городских почв, подверженных аэрогенному влиянию строительных материалов (цемент, известь, алебастр), противогололедных материалов, золы и т.д. Закономерного изменения значения водной и солевой кислотности почв, расположенных на различных железнодорожных объектах города Москвы, а также в зависимости от расстояния от железнодорожного полотна, не обнаруживается. Отсутствие указанной зависимости может свидетельствовать либо о некарбонатном составе щебня, используемого для укрепления железнодорожного полотна и расположенного в пределах рельсовой колеи и рядом с ней (рис. 3.2.), либо об интенсивной латеральной миграции карбонатных соединений, направленной от полотна в стороны.

3.3.2. Содержание органического углерода.

В целом содержание С орг. в почвах железнодорожных объектов невелико, как правило ниже нормативных показателей почвогрунтов, применяемых при проведении работ по благоустройству города Москвы (4-15%), и варьирует на территории «Белорусского вокзала» в пределах от 0,86% до 1,78%, а на территории «Трех вокзалов» - от 1,15% до 2,96% (таблицы 3.6., 3.7., 3.8). Подобное невысокое содержание гумуса характерно для примитивных по своему морфологическому строению техногенных поверхностных образований с неразвитым гумусовым горизонтом (как правило, - это высокощебнистый субстрат, где процессы первичного почвообразования, в частности, - гумусообразования, прерываются антропогенным вмешательством).

Содержание органического вещества в почвах «Трех вокзалов» чуть выше, чем в почвах «Белорусского вокзала», что может быть связано с особенностями почвенного покрова конкретных участков (на территории «Трех вокзалов»

площадь занимают хемоземов, реплантоземов и даже конструктороземов больше, чем на территории «Белорусского вокзала» - рис. 3.3.).

3.3.3. Содержание обменного калия.

Обеспеченность обменным калием почв исследуемых объектов колеблется от очень низкой (<4 мг/100г) до очень высокой (>25 мг/100г), при этом среднее значение содержания обменного калия в почвах «Трех вокзалов» выше, чем в почвах «Белорусского вокзала» (таблицы 3.6., 3.7., 3.8).

В целом, высокая концентрация калия на отдельных участках может быть связана с применением антигололедных средств на территории железнодорожных объектов, в составе которых содержатся калий.

3.2.4. Содержание подвижного фосфора.

В целом, почвы и почвоподобные тела ж/д объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала» характеризуется очень высокой обеспеченностью подвижным фосфором (средние значения составляют соответственно 43,75 мг/100г и 51,35 мг/100г) - таблицы 3.6., 3.7., 3.8. Присутствие повышенных концентраций фосфора в почвах также может быть вызвано использованием противогололедных материалов на железнодорожных путях, промышленным загрязнением, воздействием бытового мусора и другими причинами.

Недостаток доступного для питания растений фосфора является негативным фактором, угнетающим развитие растительности, однако, очень высокий уровень фосфора в почвах превращает его из элемента питания для растений в элемент-токсикант.

3.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах.

В качестве величин предельно допустимого содержания загрязняющих веществ в почвах, уровней загрязнения использовали значения, приведенные в федеральных нормативно-методических документах («Порядок определения размера ущерба от загрязнения земель химическими веществами», 1996) – табл. 3.9. Кроме того, при интерпретации полученных результатов учитывали различную токсичность (опасность) в почвах исследуемых загрязняющих веществ (табл. 3.10).

Табл.3.6. Некоторые физико-химические и химические свойства почв железнодорожного объекта «Белорусский вокзал»

№ площадки	pH _{водн}	pH _{kcl}	K ₂ O мг/100г почвы	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	Сорг, %
5	7,32	7,46	6,39	3,75	1,12
7	7,16	7,1	7,77	38	1,78
8	6,44	7,06	16,87	35	1,66
9	7,43	7,02	7,53	19,75	0,99
9'	7,43	7,4	13,01	17	1,53
11	7,63	7,73	5,42	14,75	1,05
11'	7,24	7,75	2,77	10,25	1,18
13	8,37	7,7	2,93	15	0,95
13'	8,32	7,42	8,65	13	1,07
13''	7,75	7,07	6,15	39,5	1,05
16	8,06	7,75	7,23	0,16	1,01
18	7,35	7,34	4,58	9,5	1,33
20	7,77	7,6	7,83	1	0,86
21	7,31	7,4	13,26	38	1,29
22	7,9	7,8	42,78	0,46	1,42
23	7,09	7,15	17,17	125	1,14
25	7,9	7,4	20,73	63	1,06
26	6,9	6,76	22,47	40	0,90
28	7,94	7,9	47,9	102	0,88
29	7,69	6,67	37,96	54	1,38
31	7,56	7,3	10,6	55,5	1,20
32	7,98	6,04	19,1	101	0,99
35	6,48	6,3	34,34	86	1,57
37	7,46	6,53	19,64	73	1,20
37'	8,05	6,85	63,26	139	1,20

Табл. 3.7. Некоторые физико-химические и химические свойства почв железнодорожного объекта «Три вокзала»

№ площадки	pH _{водн}	pH _{кcl}	K ₂ O мг/100г почвы	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	Сорг, %
4	7,98	7,3	6,15	287,5	2,80
12	8,74	7,9	12,53	8	2,47
15	8,37	7,5	12,59	37,5	2,22
16	7,9	7,3	40,97	36	3,21
21	8,2	7,1	34,95	40	2,55
22	7,89	7	20	56,5	2,88
25	7,48	6,3	12,05	30	2,96
27	7,04	6,3	11,33	137,5	2,55
36	8,06	7,4	21,39	43	2,10
38	7,8	7,2	12,53	67	2,01
39	7,89	7,1	14,58	36,5	2,38
41	8,0	7,8	3,07	14,75	2,18
42	8,3	7,4	13,74	1,25	2,22
45	8,82	6,9	60,85	0,4	2,06
49	8,23	7,4	31,33	40	1,60
50	7,98	7,5	14,58	5	2,06
54	8,0	7,4	114,48	158	2,55
58	8,01	7,3	60,25	19	1,15
59	7,84	7,1	28,62	17	2,67
61	7,2	5,54	30,61	36,25	3,45
63	6,91	6,9	21,69	35	1,23
66	7,02	7,1	14,1	23,5	2,47

Табл. 3.8. Статистические характеристики показателей физико-химических и химических свойств в почвах железнодорожных объектов

Характеристика	pH _{водн}	pH _{кcl}	K ₂ O мг/100г почвы	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	Сорг, %
ж/д объект «Белорусский вокзал»					
Объем выборки	25				
Среднее	7,54	7,21	17,85	43,75	1,19
Дисперсия	0,24	0,23	238,02	1567,02	0,06
Ошибка Среднего	0,09	0,04	3,09	7,92	0,05
Коэффициент вариации	6,45	3,24	8,41	90,49	20,39
ж/д объект «Три вокзала»					
Объем выборки	22				
Среднее	7,82	7,2	26,93	51,35	2,35
Дисперсия	0,47	0,14	593,59	4101,6	0,30
Ошибка Среднего	0,15	0,08	5,19	13,65	0,12
Коэффициент вариации	8,75	5,21	90,48	124,73	23,47



Рис. 3.2. Высокая щебнистость поверхностного слоя почв на участках, непосредственно прилегающих к железнодорожному полотну Москвы (объект «Белорусский вокзал»)



Рис. 3.3. Общий вид одного из участков объекта «Три вокзала»

Табл. 3.9. Показатели уровня загрязнения почв железнодорожных объектов химическими веществами

Элемент, соединение	ПДК, мг/кг	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
		1 уровень допустимый	2 уровень низкий	3 уровень средний	4 уровень высокий	5 уровень очень высокий
Кадмий	0,5	< 0,5	от 0,5 до 3	от 3 до 5	от 5 до 20	> 20
Свинец	32	< 32	от 32 до 125	от 125 до 250	от 250 до 600	> 600
Ртуть	2,1	< 2,1	от 2,1 до 3	от 3 до 5	от 5 до 10	> 10
Мышьяк	2	< 2	от 2 до 20	от 20 до 30	от 30 до 50	> 50
Цинк	55	< 55	от 55 до 500	от 500 до 1500	от 1500 до 3000	> 3000
Медь	33	< 33	от 33 до 200	от 200 до 300	от 300 до 500	> 500
Никель	20	< 20	от 20 до 150	от 150 до 300	от 300 до 500	> 500
Марганец	1500	Не нормированы				
Нефть и нефтепродукты	1000	< 1000	от 1000 до 2000	от 2000 до 3000	от 3000 до 5000	> 5000
Бенз(а)пирен	0,02	< 0,02	от 0,02 до 0,1	от 0,1 до 0,25	от 0,25 до 0,5	> 0,5

Табл. 3.10. Отнесение химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов, к классам опасности (ГОСТу 17.4.1.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения», Госстандарт СССР, М., 1983)

Класс опасности	Химическое вещество
I	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор, бенз(а)пирен
II	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

3.4.1. Железнодорожный объект «Белорусский вокзал».

Результаты измерения содержания загрязняющих веществ в почвах «Белорусского вокзала», представленные в таблицах 3.11., 3.12., выявляют повышенные (более ПДК) концентрации токсических веществ – бенз(а)пирена, нефтепродуктов, мышьяка, меди, цинка, кадмия, свинца и никеля. Содержание тяжелых металлов ртути и марганца во всех почвенных пробах оказалось существенно ниже санитарно-гигиенического норматива. При этом самые значительные уровни загрязнения - 4-й (высокий) и 5-й (очень высокий) - были обнаружены для бенз(а)пирена, нефтепродуктов и свинца. Средние величины содержания токсикантов в почвах соответствуют 1-му (допустимому) уровню загрязнения для нефтепродуктов, ртути, никеля и марганца, 2-му (низкому) уровню загрязнения для мышьяка, меди, цинка, свинца и кадмия, 5-му (очень высокому) – для бенз(а)пирена (рис. 3.4.).

3.4.1.1. Нефтепродукты в почвах «Белорусского вокзала».

Как известно, почвы считаются загрязненными нефтью и нефтепродуктами, если увеличение концентраций этих веществ отмечается до уровня, при котором нарушается экологическое равновесие в почвенной системе, происходят изменения морфологических и физико-химических характеристик почвенных горизонтов, изменяются водно-физические свойства почв, нарушается соотношение между отдельными фракциями органического вещества почвы, снижается продуктивность земель (Солнцева, 1998). При определении степени загрязнения отдельных очагов концентрации нефтепродуктов возникают определенные трудности в связи с отсутствием разработанных предельно - допустимых концентраций. Так, в «Порядке определения размера ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (1996) величина, условно принимаемая за ПДК при установлении уровня загрязнения почв (граница между первым и вторым уровнями загрязнения), составляет 1000 мг/кг (табл. 3.9.), а в «Правилах создания, содержания и охраны зеленых насаждений» (Правительство Москвы, 2010) среди нормативных показателей химического и санитарно-эпидемиологического состояния

многокомпонентных искусственных почвогрунтов заводского изготовления определена норма предельного содержания в 300 мг/кг. Приблизительно такие же значения приводятся в монографии «Управление качеством городских почв», (2010): 1000 мг/кг для функциональной зоны Производственного назначения/территории транспортной инфраструктуры и зоны природно-производственного назначения, 300 мг/кг – для остальных функциональных зон.

Опираясь в том числе на последнюю научную разработку, в качестве величины предельно допустимого содержания нефтепродуктов мы использовали 1000 мг/кг почвы.

Минимальное значение содержание нефтепродуктов в почвах железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» составляет 25 мг/кг (допустимый уровень загрязнения), максимальное – 5049 мг/кг (очень высокий уровень загрязнения), среднее значение не превышает предельно допустимое значение и составляет 851,03 мг/кг. Таким образом, на территории объекта отмечаются отдельные «пятна» загрязнения (аккумуляции), характеризующиеся повышенным содержанием нефтепродуктов в почвах (более подробно о пространственном распределении нефтепродуктов в пределах железнодорожного объекта - в 4-й главе).

Полученные значения содержания нефтепродуктов в почвах железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» в целом согласуются с величинами концентрации нефтепродуктов, полученными Н.В. Кавериной (2004) для полосы отвода железнодорожного транспорта в Воронежской области, где средние величины содержания составляли 300-350 мг/кг, доходя в некоторых точках до 9000 – 10 000 мг/кг.

Необходимо отметить, что t-критерий (распределение Стьюдента) не показывает достоверных отличий между почвами железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» и почвами соответствующих «фоновых» территорий по содержанию нефтепродуктов (где среднее значение составляет 1133,3 мг/кг, что даже чуть выше среднего содержание в почвах объекта) – табл.3.15.

3.4.1.2. Бенз(а)пирен в почвах «Белорусского вокзала».

Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен) является химическим соединением органической природы, представителем семейства полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), веществом первого класса опасности (табл. 3.10.). Бенз(а)пирен является типичным химическим канцерогеном окружающей среды, он опасен для человека даже при малой концентрации, поскольку обладает свойством биоаккумуляции. Будучи химически сравнительно устойчивым, бенз(а)пирен может долго мигрировать из одних объектов в другие. Известны длительные исследования бенз(а)пирена в почвах на территориях, расположенных в зонах влияния промышленных предприятий Тульской области (Макаров, 2002; «Состояние почвенно-земельных ресурсов...», 2002).

Бенз(а)пирен образуется при сгорании углеводородного жидкого, твёрдого и газообразного топлива (в меньшей степени при сгорании газообразного), поэтому его можно обнаружить как в лесных почвах заповедных территорий под кострищами, так и в почвах промышленной, транспортной, селитебной функциональных зон городов, в почвах других категорий землепользования. То есть бенз(а)пирен не «маркирует» строго определенный тип техногенного воздействия, а фактически может образовываться при неполном сгорании любого углеродсодержащего материала. В этой связи, накопление бенз(а)пирена в почвах железнодорожных объектов является результатом суммирования специфического «железнодорожного» (сжигание топлива в вагонах железнодорожных составов различного назначения - пассажирских, товарных, технических, деятельность элементов инфраструктуры - вагоноремонтных депо и т.д.) и «нежелезнодорожного», или «общегородского» (сжигание топлива в двигателях внутреннего сгорания автомобилей, промышленная деятельность и т.д.) воздействий.

В почвах железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» содержание бенз(а)пирена изменяется от 0,0062 мг/кг (допустимый уровень) до 11,89 мг/кг (очень высокий уровень, превышение соответствующего ПДК в 594,5 раз). Среднее содержание бенз(а)пирена (0,57 мг/кг) соответствует очень высокому уровню загрязнения (табл. 3.11., 3.12.).

Несмотря на то, что среднее содержание бенз(а)пирена в почвах «фоновых» территорий невелико и составляет 0,016 мг/кг, что соответствует допустимому уровню загрязнения, различие между этими почвами и почвами железнодорожного объекта статистически недостоверно (табл. 3.15.).

3.4.1.3. Мышьяк в почвах «Белорусского вокзала».

Мышьяк, также как и бенз(а)пирен, является веществом, относящимся к первому классу опасности (табл.3.10.). Мышьяк – полуметалл, в солях может находиться как в катионной, так и в анионной частях. Мышьяк — один из самых известных ядов: при отравлении мышьяком поражается центральная и периферическая нервная система, кожа, периферическая сосудистая система. Мышьяк попадает в почву с продуктами сгорания угля, с отходами металлургической промышленности, с предприятий по производству удобрений. Наиболее прочно мышьяк удерживается в почвах, содержащих активные формы железа, алюминия, кальция. Токсичность мышьяка в почвах всем известна. Загрязнение почв мышьяком вызывает, например, гибель дождевых червей. Фоновое содержание мышьяка в почвах составляет сотые доли миллиграмма на килограмм почвы (Ильин, 1992; Аптикаев, 2005).

Среднее содержание мышьяка в почвах «Белорусского вокзала» составляет 4,97 мг/кг и соответствует 2-му (низкому) уровню загрязнения (табл. 3.11., 3.12.). Собственно говоря, содержание мышьяка в почвах всех 38-ми пробных площадок соответствует 2-му (низкому) уровню загрязнения. Подобная «выровненность» в концентрации этого токсиканта может быть связана с длительностью воздействия минеральных (в частности, - фосфорных) удобрений, перевозимых в открытых грузовых вагонах (Казанцев, 2008).

Почвы «Белорусского вокзала» достоверно отличаются от «фоновых» почв прилегающих территорий повышенным содержанием мышьяка (табл. 3.15.).

3.4.1.4. Тяжелые металлы в почвах «Белорусского вокзала».

Элементный ряд накопления тяжелых металлов в почвах «Белорусского вокзала» (Mn > Zn > Pb > Cu > Ni > Cd > Hg) во многом совпадает с элементным рядом

накопления тяжелых металлов в почвах полосы отвода железных дорог Самарской области - $Fe > Mn > Pb > Cu > Zn > Ni > Co > Cr > V > Ti$ (Казанцев, 2007) - табл. 3.11., 3.12. В тоже время, если оценивать уровни загрязнения почв железнодорожного объекта «Белорусский вокзал», рассчитанные по средним значениям содержания загрязняющих веществ - рис.3.4. (то есть, в некотором смысле, по кратности превышения соответствующей ПДК), то ряд загрязнения почв примет следующий вид: $Pb = Zn = Cu = Cd > Mn = Ni = Hg$.

В принципе, эти ряды вполне ожидаемы, принимая во внимание наличие постоянных источников поступления тяжелых металлов на железной дороге (табл. 3.16.).

Обращает на себя внимание тот факт, что содержание свинца на одной из площадок достигает до 5-го (очень высокого) уровня загрязнения. Кстати, именно по содержанию свинца почвы железнодорожного объекта и почвы «фоновых» территорий достоверно различаются. По содержанию других тяжелых металлов различия между почвами объекта, с одной стороны, и почвы «фона», с другой стороны различия не достоверны (табл. 3.15.). Отсутствие четких, статистически достоверных различий по содержанию большинства тяжелых металлов (цинк, медь, кадмий, марганец, никель, ртуть) между почвами «Белорусского вокзала» и почвами прилегающих «фоновых» территорий может свидетельствовать о наличии мощных источников поступления этих элементов в окружающую среду, расположенных за пределами железнодорожного объекта (например, автомобильный транспорт).

В любом случае, содержание тяжелых металлов в почвах железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» является суммацией «специфической» техногенной нагрузки, характерного только для полос отвода железнодорожного транспорта, и общегородской нагрузки, весьма значительной в условиях мегаполиса.

Табл. 3.11. Содержание загрязняющих веществ в почвах железнодорожного объекта «Белорусский вокзал», мг/кг

№ пробной площадки	Нефтепродукты	Бенз(а)пирен	As	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Mn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	83,3	0,5463	7,54	0,26	90,25	261,5	72,75	0,56	97	467,75
2	73,5	0,1323	3,58	0,03	23,5	198,75	36	0,36	7,63	175,75
3	189	0,7486	4,67	0,14	29,25	114,5	37,75	1,22	5,35	121,25
4	150	0,0865	4,63	0,01	23	149,75	57	0,36	5,78	175,5
5	75	0,1361	3,69	0,35	30,05	155,5	29,25	0,47	9,42	142,5
6	672	0,0197	2,24	0,04	32,79	133,25	23	0,46	6,98	181,5
7	105,6	0,3098	4,85	0,39	65,75	462,5	117,25	0,75	10,85	272
8	55,2	0,0062	7,79	0,07	13,95	123,75	654,5	0,45	9,17	464,5
9	<50	0,3686	3,44	0,24	36,25	114,75	34,75	0,23	6,13	170,5
10	357	0,3032	6,23	0,18	126,75	237,5	141,75	0,58	13	325,5
11	1012	0,2607	4,86	0,08	25,75	126	38	0,51	10,6	199
12	139,1	0,2364	6,78	0,21	56	199,75	165	1,34	9,81	250
13	3394,6	0,0661	3,21	0,03	17,17	80	190	0,33	5,8	126
14	87,6	0,2444	5,55	0,13	32,36	110,25	40,5	0,31	5,65	227,75
15	<50	0,3436	3,61	0,28	18,02	230,75	201,25	0,42	5	153,75
16	250	0,1868	7,43	0,28	657,25	792,25	103,5	0,75	18,23	405,75
17	71,4	0,1222	4,95	0,19	35,75	226,25	60	1,03	10,23	217,25
18	4572	0,082	4,28	0,07	87,5	657,25	53	0,68	13,34	227,25
19	4341,6	0,0648	3,2	<0,01	55,75	253,75	45,25	0,63	10,22	170,25
20	5049	0,0698	3,43	0,02	41,5	158	25,75	0,36	7,32	202,25
21	3571,2	0,0893	6,36	0,02	56	235,25	52,5	0,75	14,87	198
22	121,5	0,7798	11,46	0,41	261,75	130,25	38	0,51	50,14	40,75
23	216,3	0,2888	6,89	0,04	92,75	150,25	24,25	0,77	23,24	221,25
24	65,6	0,1393	4,42	0,62	44,25	93,25	386	0,44	7,93	172

Продолжение табл. 3.11.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	75	0,2604	4,28	0,12	18,5	124	33	0,26	8,37	241,25
26	54,6	0,9531	7,01	7,01	37,25	88,25	25,75	0,54	11,11	222
27	119,7	0,0778	2,67	0,05	19	60,5	18	0,26	7,02	195
28	3105	0,0713	4,03	0,16	46	124	65	0,3	9,86	241,25
29	302	0,475	6,45	0,12	47,75	168,25	34,25	0,56	13,7	309
30	275	0,165	6,59	0,09	40,25	90,5	30	0,31	11,45	251,5
31	374,4	0,6248	5,19	0,22	39,5	164,5	71	0,37	10,58	364,25
32	141,7	0,2712	3,48	0,13	30,25	109,25	104,5	0,24	8,37	273,25
33	113,1	0,1502	2,94	0,31	37,25	158	40,75	0,68	10,73	611,25
34	<50	0,0729	2,39	0,15	21,5	42,75	20	0,15	6,26	127,25
35	468	0,8626	6,34	0,08	67,75	174,25	21,5	0,35	9,2	179,75
36	580	0,1759	3,09	0,14	65	198	43	0,42	5,46	202,5
37	1734,2	11,8943	6,82	0,56	107,75	626,75	86,75	0,93	18,09	306,75
38	269,1	0,0982	2,63	0,07	15,5	80	8	0,16	3,94	91

Табл. 3.12. Уровни загрязнения загрязняющих веществ в почвах железнодорожного объекта «Белорусский вокзал»

№ пробной площадки	Нефтепродукты	Бенз(а)пирен	As	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	5	2	1	2	2	2	2	2
2	1	3	2	1	1	2	2	1	1
3	1	5	2	1	1	2	2	2	1
4	1	2	2	1	1	2	2	1	1
5	1	3	2	1	1	2	1	1	1
6	1	1	2	1	1	2	1	1	1
7	1	4	2	1	2	2	2	2	1
8	1	1	2	1	1	2	5	1	1
9	1	4	2	1	2	2	2	1	1
10	1	4	2	1	2	2	3	2	1
11	2	4	2	1	1	2	2	2	1
12	1	3	2	1	2	2	3	2	1
13	4	2	2	1	1	2	3	1	1
14	1	3	2	1	1	2	2	1	1
15	1	4	2	1	1	2	3	1	1
16	1	2	2	1	5	3	2	2	1
17	1	3	2	1	2	2	2	2	1
18	4	2	2	1	2	3	2	2	1
19	4	2	2	1	2	2	2	2	1
20	5	2	2	1	2	2	1	1	1
21	4	2	2	1	2	2	2	2	1
22	1	5	2	1	3	2	2	2	2
23	1	4	2	1	2	2	1	2	2
24	1	3	2	1	2	2	4	1	1

Продолжение табл. 3.12.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	1	4	2	1	1	2	2	1	1
26	1	5	2	4	2	2	1	2	1
27	1	2	2	1	1	2	1	1	1
28	4	2	2	1	2	2	2	1	1
29	1	4	2	1	2	2	2	2	1
30	1	3	2	1	2	2	1	1	1
31	1	5	2	1	2	2	2	1	1
32	1	4	2	1	1	2	2	1	1
33	1	3	2	1	2	2	2	2	1
34	1	2	2	1	1	1	1	1	1
35	1	5	2	1	2	2	1	1	1
36	1	3	2	1	2	2	2	1	1
37	2	5	2	1	2	3	2	2	1
38	1	2	2	1	1	2	1	1	1

Табл. 3.13. Статистические характеристики содержания загрязняющих веществ в почвах ж/д объекта «Белорусский вокзал»

Характеристика	Загрязняющие вещества									
	Нефтепродукты	Бенз(а)-пирен	As	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Mn
Объем выборки	38									
Минимальное значение, мг/кг	25	0,0062	2,24	0,01	13,95	42,75	8	0,15	3,94	40,75
Максимальное значение, мг/кг	5049,00	11,89	11,46	0,62	657,25	792,25	654,5	1,34	97,00	611,25
Среднее арифметическое значение, мг/кг	851,03	0,57	4,97	0,18	67,02	200,11	84,96	0,52	13,10	234,84
Медиана, мг/кг	169,50	0,18	4,65	0,14	38,38	152,88	41,88	0,46	9,62	209,88
Дисперсия, мг ² /кг ²	2094460,42	3,62	3,82	0,025	11616,52	27220,32	14016,06	0,08	254,48	12405,75
Стандартное отклонение, мг/кг	1447,23	1,90	1,95	0,16	107,78	164,99	118,39	0,27	15,95	111,38

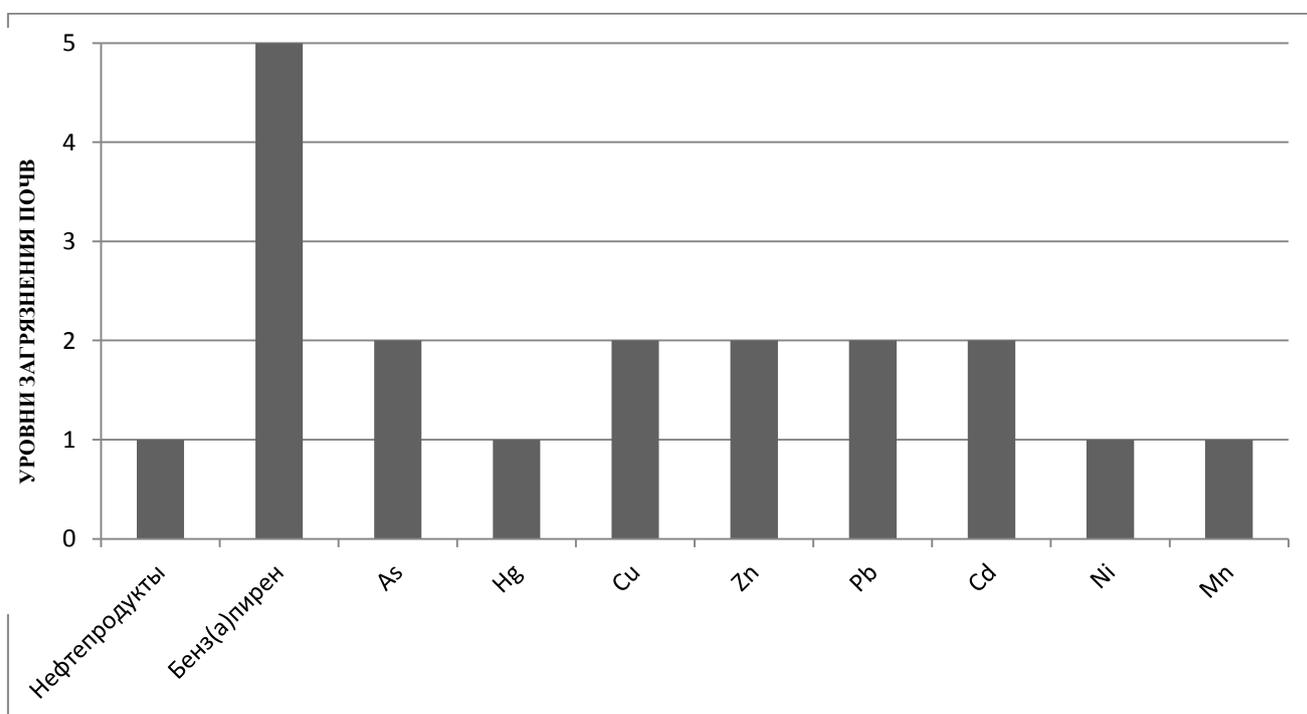


Рис. 3.4. Уровни загрязнения почв ж/д объекта «Белорусский вокзал», рассчитанные по средним значениям содержания загрязняющих веществ

Табл. 3.14. Статистические характеристики содержания загрязняющих веществ в «фоновых» почвах, расположенных вблизи объекта «Белорусский вокзал»

Характеристика	Загрязняющие вещества						
	Нефтепродукты	Бенз(а)пирен	As	Cu	Zn	Pb	Cd
Объем выборки	3						
Минимальное значение, мг/кг	200	0,004	0,30	14,3	51	17	0,2
Максимальное значение, мг/кг	2600	0,032	0,90	76	210	52,6	3,8
Среднее арифметическое значение, мг/кг	1133,3	0,016	0,48	35,3	115,7	37,0	1,4
Медиана, мг/кг	86,0	0,0120	0,4	15,6	86,0	41,5	0,2
Дисперсия, мг ² /кг ²	6980,33	0,0002	0,10	1242,79	6980,33	331,80	4,38
Стандартное отклонение мг/кг	83,55	0,0144	0,32	35,25	83,55	18,216	2,09

Табл. 3.15. Значимость различий в содержании токсикантов в почвах «Белорусского вокзала» и соответствующих «фоновых» территорий (по результатам расчета t-критерия, уровень значимости 0,05)

Показатель	Характеристика значимости различий*
Нефтепродукты	
Бенз(а)пирен	
Цинк	
Медь	
Кадмий	
Свинец	
Мышьяк	

*Примечание:

- различие статистически достоверно (значение t-критерия выше табличной величины критических значений статистики Стьюдента)

- различие статистически не достоверно (значение t-критерия ниже табличной величины критических значений статистики Стьюдента)

Табл. 3.16. Геохимическая и биологическая характеристика тяжелых металлов, способы их поступления и накопления в почвах отводов железных дорог (Казанцев, 2007)

Элемент	Геохимическая характеристика	Биологическая роль	Поступление на ж.-д. транспорте
1	2	3	4
Титан (Ti)	Широко распространен в природе. Кристаллическая форма минералов - в песках, коллоидная – в глинистых минералах. Слабоподвижный, инертный элемент, ионная миграция возможна в очень кислых растворах.	Есть указания на токсичность. Стимулятор, канцероген. Возможно участие в фотосинтезе, фиксации молекулярного азота. Участие в процессах иммуногенеза, накапливается в селезенке, надпочечниках, щитовидной железе, плазме крови	При перевозке грузов, трение частей узлов при движении, при использовании песка в балласте

Продолжение табл. 3.16.

1	2	3	4
<p>Ванадий (V)</p>	<p>Сравнительно распространен в земной коре. Природная локализация: полевые шпаты, мусковит, глинистые минералы. Повышенное содержание в нефти, углях, горючих сланцах. Слабоподвижен или подвижен в окислительной среде, инертен – в среде восстановительной</p>	<p>Взаимодействует с органическим веществом почвы. Участвует в фиксации молекулярного азота, влияет на активность нитратредуктазы и интенсивность фотосинтеза. Выявлены хемопротекторные свойства при канцерогенезе. Астма, нервные расстройства. Изменение формулы крови</p>	<p>При утечке нефти, использовании угля, с выбросами при топке печей в вагонах, с выбросами от двигателей тепловозов</p>
<p>Хром (Cr)</p>	<p>Относительно распространен, присутствует в тяжелых минералах и полевых шпатах, мусковите и глинистых минералах. Малоподвижный, инертный элемент слабого биологического захвата.</p>	<p>Постоянное присутствие в клетках растений и животных. Повышение продуктивности фотосинтеза, синтез белков. Токсичен ($Cr_{+6} > Cr_{+3}$), канцероген. Накапливается в волосах, надпочечниках, легких, гипофизе, крови, легких. Приводит к образованию раковых опухолей</p>	<p>При применении балластных материалов, содержащих шлаки, утечках при транспортировке.</p>

Продолжение табл. 3.16.

1	2	3	4
Марганец (Mn)	Распространен в литосфере, особенно в карбонатных и глинистых породах, менее - в песчаниках и кварцитах. Концентрируется в амфиболах, роговой обманке, манганите, брауните. Характерна переменная валентность (II-VII). Водный мигрант, подвижный в восстановительных и инертный в окислительных средах.	Биологическая роль хорошо изучена. Основные функции: катализирующая, участие в окислительно-восстановительных процессах, в фотосинтезе и др. Тормозит поглощение растениями Ca и Mg, показан антогонизм с Si. Фитотоксичность возможна в кислой среде. Депонируется в костях.	При рассыпании грузов. При трении узлов деталей, при трении колес о рельсы, при трении тормозных колодок
Железо (Fe)	Важнейший почвообразующий элемент. Содержится в гематите, магнетите, сидерите. Соотношение групп и форм Fe определяет типовые и подтиповые различия почв.	Макроэлемент, необходим для нормального роста и развития растений. Фитотоксичность низкая, возрастает при повышении кислотности почв. Установлен антагонизм с Si в корнях.	При трении узлов деталей и пантографа о контактную сеть. При истирании рельсов и рельсовых переводов, тормозных колодок
Кобальт (Co)	Входит в состав 130 минералов (смальтин, кобальтин, эритрин и др.). Мало в известняках, доломитах, песках и супесях. Слабоподвижный и подвижный в восстановительной и инертный в окислительной среде	Участвует в процессах фотосинтеза, активирования ферментов белкового обмена, фиксации молекулярного азота в энергетическом обмене; в процессах кроветворения, усвоении жиров и углеводов - у животных.	Содержится в маслах для пропитки шпал, при истирании композиционных материалов.

Продолжение табл. 3.16.

1	2	3	4
<p>Никель (Ni)</p>	<p>Приурочен к тяжелым и глинистым минералам почвообразующих пород. Элемент среднего биологического захвата. Малоподвижен в нейтральной и окислительной и инертен в восстановительной средах. Осаждается на карбонатных барьерах. Геохимически связан с Со.</p>	<p>Биологическая роль не вполне ясна. Возможно сходное с Со действие на физиологические процессы у растений. Повышена потребность для азотфиксирующих растений. Неспецифическое влияние на ряд ферментных комплексов, стабилизация структуры рибосом и др. Канцероген. Астма, рак носа и легких, врожденные пороки.</p>	<p>При трении узлов деталей. Рассыпание грузов</p>
<p>Медь (Cu)</p>	<p>Входит в состав халькопирита, халькозина, куприта, малахита. Характерно поглощение органическим веществом почвы. Относится к подвижным мигрантам, более подвижен в кислых почвах.</p>	<p>Истинный биоэлемент, участвует в разнообразных метаболических реакциях у растений. Фитотоксичность выше, чем у Zn, проявляется на легких почвах. Установлен антагонизм с Мп в корнях. Мутаген.</p>	<p>При трении пантографа о контактную сеть, трении узлов</p>

Продолжение табл. 3.16.

1	2	3	4
Цинк (Zn)	Высокое содержание в изверженных породах, меньше - в лессах и суглинках, глинах, минимально - в песчаных и супесчаных почвах. Основные руды - цинковая-обманка, смитсонит, сфалерит и др. Водный мигрант, концентрируется на щелочном барьере. Подвижен в кислой среде. Взаимодействует с органическим веществом почвы	Необходим для растений. Считается слаботоксичным. Негативно влияет на общее состояние, кровь, центральную нервную систему, вызывает цинковую лихорадку у людей.	При рассыпании и распылении груза. Содержание в балластных материалах. При применении пестицидов. При применении резины для укрепления склонов
Свинец (Pb)	Основные руды - галенит, англезит, церуссит, пироморфит, миметит. Поглощается органическими и минеральными коллоидами почвы, прочно удерживается гумусом.	Биологическая роль очень мала, из-за слабой растворимости соединений относительно низка токсичность. Компонент физиологически активных соединений. Мутаген, терратоген. Повреждение печени и почек, неврологические заболевания	Отработанные газы двигателей. При пылении грузов, содержащих свинец

3.4.2. Железнодорожный объект «Три вокзала».

Анализ результатов измерения содержания токсикантов в почвах «Трех вокзалов», отраженных в таблицах 3.17., 3.18., выявляют схожие с «Белорусским

вокзалом» закономерности: повышенное содержание бенз(а)пирена, мышьяка, меди, цинка, свинца и кадмия и, в среднем, соответствующее допустимому уровню загрязнения содержание нефтепродуктов, ртути, никеля и марганца (рис. 3.5.). В тоже время обращают на себя внимание более существенные различия по содержанию указанных загрязняющих веществ между почвами железнодорожного объекта и «фоновыми» почвами. Эти различия статистически достоверны для нефтепродуктов, бенз(а)пирена, цинка, меди, кадмия и мышьяка. По сути, только по содержанию свинца почвы «Трех вокзалов» не превосходят «фоновые» почвы (табл. 3.19.).

3.4.2.1. Нефтепродукты в почвах «Трех вокзалов».

Содержание нефтепродуктов в почвах «Трех вокзалов» варьирует в пределах от 25 мг/кг (допустимый уровень загрязнения) до 3630 мг/кг (высокий уровень загрязнения), в среднем составляя 551,2 мг/кг (допустимый уровень загрязнения) – табл. 3.20.

Превышение величины, условно принимаемой за ПДК нефтепродуктов в почвах (1000 мг/кг), отмечается на 14-ти пробных площадках из 70-ти. Подобная ситуация (как отмечалось в разделе 3.4.1.1.) является типичной для территорий инфраструктуры железнодорожного транспорта (Каверина, 2004). Обращает на себя внимание существенно более низкие значения показателей загрязнения нефтепродуктами «фоновых» почв: максимальное содержание этого токсиканта доходит лишь до 400 мг/кг (табл. 3.21.).

3.4.2.2. Бенз(а)пирен в почвах «Трех вокзалов».

В почвах «Трех вокзалов», также как и в почвах другого железнодорожного объекта – «Белорусского вокзала» - отмечается высокое содержание канцерогенного вещества бенз(а)пирена. Даже минимальное содержание (0,03 мг/кг) превышает величину ПДК для этого соединения (0,02 мг/кг) – табл. 3.17., 3.18., 3.20.; при этом максимальное содержание 3,89 мг/кг соответствует 5-му (очень высокому) уровню загрязнения. В тоже время необходимо отметить, что средняя величина содержания бенз(а)пирена (0,47 мг/кг), соответствующая 4-му (высокому) уровню загрязнения, ниже, чем в почвах «Белорусского вокзала», где

средняя величина содержания (0,57 мг/кг) находится в диапазоне 5-го (очень высокого) уровня загрязнения (рис. 3.4., 3.5., табл. 3.13., 3.20.).

3.4.2.3. Мышьяк в почвах «Трех вокзалов».

Содержание высокотоксичного химического элемента мышьяка в почвах «Трех вокзалов», также как в случае с «Белорусским вокзалом», на всех пробных площадках «укладывается» в диапазон концентраций, соответствующий 2-му (низкому) уровню загрязнения. Интервал варьирования содержания в почвах – 2,06 мг/кг – 11,28 мг/кг (табл. 3.17.). «Выровненность» в концентрации этого загрязнителя также может быть объяснена с достаточно равномерным воздействием минеральных удобрений, перевозимых в открытых грузовых вагонах (Казанцев, 2008).

3.4.2.4. Тяжелые металлы в почвах «Трех вокзалов».

Элементный ряд накопления тяжелых металлов в почвах «Трех вокзалов» (Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Cd > Hg) отличается от подобного ряда для «Белорусского вокзала» лишь 3-м и 4-м членами (они поменялись местами) и, в целом, близок к элементному ряду накопления тяжелых металлов в почвах железнодорожных объектов Самарской области (Казанцев, 2007) - табл. 3.17., 3.18.

Ряд загрязнения почв «Трех вокзалов», составленный по средним значениям уровней содержания загрязняющих веществ (рис. 3.5.), имеет следующий вид: Cu = Zn = Pb = Cd > Mn = Ni = Hg. Подобное соотношение тяжелых металлов отмечалось для почв «Белорусского вокзала». Напомним, что медь может попадать в почвы железнодорожных объектов при трении пантографа (токоприёмника с подъемным механизмом в виде шарнирного многозвенника, обеспечивающим вертикальное перемещение контактного полоза) о контактный провод контактной сети электрического подвижного состава железных дорог (Казанцев, 2007).

Более четкие, чем для «Белорусского вокзала», статистически подтверждающиеся различия между почвами железнодорожного объекта (в данном случае – «Трех вокзалов») и прилегающих «фоновых» территорий по содержанию большинства из исследованных тяжелых металлов обусловлены не столько

высокими значениями концентраций в почвах объекта, сколько низкими величинами содержания в почвах «фона». При этом обычно отмечается (www.eco.mos.ru/eco/ru/condition_soil/o_1349) в целом схожий уровень техногенного воздействия на почвенный покров обеих исследуемых территорий ЦАО города Москвы («Белорусский вокзал» и его «фоновые» участки находятся в Краснопресненском районе, а «Три вокзала» и соответствующий «фон» - в Красносельском районе. Разумеется, можно лишь предполагать более серьезное загрязнение тяжелыми металлами «фоновых» территорий «Белорусского вокзала» от расположенного неподалеку ТТК, чем аналогичное загрязнение почв в районе «Трех вокзалов».

Табл. 3.17. Содержание загрязняющих веществ в почвах железнодорожного объекта «Три вокзала», мг/кг

№ пробной площадки	Нефтепродукты	Бенз(а)пирен	As	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Mn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	199	0,1634	5,31	0,17	35,5	70,75	40,25	0,23	9,38	225,75
2	240	0,0723	7,64	0,08	46,25	180	133,75	0,27	9,15	241,5
3	267,5	0,1382	7,76	0,14	56,5	150,25	194,75	0,35	12	242,75
4	1076,3	1,1262	7,65	0,13	49,25	355,25	50,75	0,7	11,96	215,5
5	156	0,3338	9,19	0,16	19,25	42,25	25,25	0,27	6,51	170,5
6	172,8	0,441	4,93	0,08	96	121,5	46,25	0,76	10,08	227,5
7	506	0,4514	7,5	0,09	113,25	197	57	0,76	13,31	264,25
8	387,6	0,1893	4,71	0,12	61,75	163,75	276,75	0,46	10,91	220
9	803,4	0,1373	2,79	0,37	76,75	118,25	86,75	1,24	12,29	275
10	764	0,2232	3,74	0,18	115	260	90,75	1,11	14,03	289,5
11	375	1,5392	8,17	0,38	167,5	220	65	0,65	20,23	395
12	224,3	0,3085	4,7	0,15	32,25	110	47,5	0,25	8,18	140
13	434	0,484	7,74	0,24	100	15,5	135	0,38	17,28	365
14	<50	0,0435	2,06	0,06	15,25	52,5	22,83	0,23	5,33	140
15	1447,2	0,2719	6,26	0,14	125	192,5	70	0,78	17,66	292,5
16	249,6	0,6127	7,82	0,2	1562,5	250	120	0,6	17,23	287,5
17	52	0,2572	3,53	0,08	21,5	91,5	6,25	0,37	11,18	259
18	94,5	0,0358	3,12	<0,01	14	67,5	11,23	0,18	8,2	117,5
19	331,2	1,3663	9,34	0,09	230,75	300	140	1,23	22,85	352,5
20	55	0,0723	4,88	0,05	20,26	53,5	20,69	0,28	10,79	245,75
21	<50	0,484	3,57	<0,01	11,75	55	11,78	0,28	8,38	110

Продолжение табл. 3.17.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	517,5	0,7723	5,02	0,2	40	122,5	72,5	0,5	13,43	137,5
23	160	0,0875	3,48	0,08	9,75	37,5	22,5	0,15	8,23	77,5
24	<50	0,0569	4,38	0,1	86,5	95	167,5	0,45	8,58	187,5
25	263,3	0,43	4,71	<0,01	48,25	170	42,5	0,8	100	330
26	140	0,0292	5,83	<0,01	23,25	290	25	0,63	25	317,5
27	<50	0,3621	3,7	0,04	101,75	192,75	55,75	1,13	8,73	200,75
28	112,1	0,2497	6,84	0,51	65	210	112,5	0,58	10,13	257,5
29	64,8	0,0733	7,37	0,05	50	217,5	72,5	0,78	19	485
30	93,5	0,0343	5,76	<0,01	16,1	71,5	15,27	0,27	8,66	170,5
31	101,5	0,0295	4,12	0,01	45,2	82,5	18	0,22	11,75	220,15
32	1853	0,0567	3,94	0,04	67,5	127,5	15	0,25	19,85	162,5
33	<50	0,1374	3,7	0,13	27,5	155	92,5	0,45	7,78	145
34	<50	0,1018	5,06	0,24	32,5	132,5	35	0,4	8,65	262,5
35	<50	0,2768	5,85	0,23	68,75	198,75	52,5	0,62	13,64	298,75
36	163,8	0,4518	6,63	0,21	105	265	70	0,83	18,63	335
37	<50	0,0407	8,08	0,04	12,5	60	62,5	0,38	8,93	235
38	618,8	0,2709	6,45	0,17	35	85	60	3,53	11,68	207,5
39	1950	0,3314	4,39	0,1	67,5	335	130	2,23	10,43	180
40	1035	0,2292	11,28	<0,01	352,5	610	215	0,85	51,15	810
41	966	0,5259	6,66	0,92	111,75	280	110	0,6	14,1	245
42	2281,6	0,6923	5,59	0,09	66	390,25	95,25	6,26	12,82	174,25
43	2358,4	0,0343	3,7	0,13	34	185,75	23,5	0,37	9,58	199,25
44	2227,5	0,1663	4,95	0,14	49	269,75	37	0,43	9,23	217,25
45	3630	0,4896	10,41	0,16	35,5	260,5	70,25	0,56	9,44	262
46	<50	0,0378	5,74	0,77	32,44	61,5	128,25	0,29	4,49	210,5

Продолжение табл. 3.17.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
47	388,8	3,8916	4,61	0,16	46,25	155,25	18,62	0,36	13,45	184
48	84,7	0,1016	5,6	0,67	34,75	105,5	69,5	0,41	6,27	204,25
49	324	0,3515	8,88	0,6	36,5	234	81,5	0,89	9,56	323,25
50	700	1,2012	7,25	0,2	95,75	370,5	178,25	1,13	12,5	329
51	1080,8	0,0483	3,46	0,12	28,5	119	19,64	0,28	8,63	147
52	2016	0,0497	3,03	0,03	23,5	107,5	12,06	0,33	10,45	168
53	1050,2	0,0511	3,15	0,04	30,5	124,5	15,95	0,4	9,7	175
54	822,3	2,188	8,06	0,1	97	459,75	134,75	0,82	9,98	321,5
55	124,5	0,2865	3,52	0,04	25,75	288	37,5	0,27	11,43	215,5
56	<50	0,2464	3,02	0,03	18	274,5	36,25	0,33	8,47	153,5
57	1009,8	1,1696	6,72	0,54	156,6	376,75	55,25	0,61	21,6	268,5
58	208,8	1,2658	6,54	0,3	68,75	258	322,75	0,96	19,67	264
59	532,1	1,3895	4,62	0,12	124,25	261,75	31,25	1,02	14,77	205,5
60	119,4	0,1371	3,65	0,06	38,25	185	23,25	0,96	19,67	264
61	349,2	0,7255	3,92	0,05	393,75	228	52,5	0,74	13,28	108
62	358,7	0,0511	3,84	0,03	17,25	56,25	11,25	0,11	3,33	110,25
63	1011	1,232	6,61	0,29	100,5	414	129,25	2,47	21,65	297,25
64	<50	0,3696	4,32	0,5	76,5	220	158,75	0,31	9,77	243,5
65	364,8	0,2173	4,46	0,17	43,75	159,5	47,25	0,31	17,3	252,75
66	75,9	2,3658	6,12	0,43	96	307,25	83	0,65	14,14	209
67	515	0,1637	3,81	0,18	61,5	296,5	118,25	0,77	9,47	227,5
68	186	0,1103	3,88	0,6	55,75	135,75	23,5	0,34	12,56	452
69	551	0,0964	3,29	0,22	45,5	118,75	30,5	0,86	10,05	299,25
70	66,1	0,1473	3,48	0,38	43,75	131,75	32,25	0,39	11,06	375,25

Табл. 3.18. Уровни загрязнения загрязняющих веществ в почвах железнодорожного объекта «Три вокзала»

№ пробной площадки	Нефтепродукты	Бенз(а)пирен	As	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	3	2	1	2	2	2	1	1
2	1	2	2	1	2	2	3	1	1
3	1	3	2	1	2	2	3	1	1
4	2	5	2	1	2	2	2	2	1
5	1	4	2	1	1	1	1	1	1
6	1	4	2	1	2	2	2	2	1
7	1	4	2	1	2	2	2	2	1
8	1	3	2	1	2	2	4	1	1
9	1	3	2	1	2	2	2	2	1
10	1	3	2	1	2	2	2	2	1
11	1	5	2	1	2	2	2	2	2
12	1	4	2	1	1	2	2	1	1
13	1	4	2	1	2	1	3	1	1
14	1	2	2	1	1	1	1	1	1
15	2	4	2	1	2	2	2	2	1
16	1	5	2	1	5	2	2	2	1
17	1	4	2	1	1	2	1	1	1
18	1	2	2	1	1	2	1	1	1
19	1	5	2	1	3	2	2	2	2
20	1	2	2	1	1	1	1	1	1
21	1	4	2	1	1	2	1	1	1

Продолжение табл. 3.18.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	1	5	2	1	2	2	2	2	1
23	1	2	2	1	1	1	1	1	1
24	1	2	2	1	2	2	2	1	1
25	1	4	2	1	2	2	2	2	2
26	1	2	2	1	1	2	1	2	2
27	1	4	2	1	2	2	2	2	1
28	1	3	2	1	2	2	2	2	1
29	1	2	2	1	2	2	2	2	1
30	1	2	2	1	1	2	1	1	1
31	1	2	2	1	2	2	1	1	1
32	2	2	2	1	2	2	1	1	1
33	1	3	2	1	1	2	2	1	1
34	1	3	2	1	1	2	1	1	1
35	1	4	2	1	2	2	2	2	1
36	1	4	2	1	2	2	2	2	1
37	1	2	2	1	1	2	2	1	1
38	1	4	2	1	2	2	2	3	1
39	2	4	2	1	2	2	3	2	1
40	2	3	2	1	4	3	3	2	1
41	1	5	2	1	2	3	2	2	1
42	3	5	2	1	2	2	2	4	1
43	3	2	2	1	2	2	1	1	1
44	3	3	2	1	2	2	2	1	1
45	4	4	2	1	2	2	2	2	1
46	1	2	2	1	1	2	3	1	1

Продолжение таблицы 3.18.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
47	1	5	2	1	2	2	1	1	1
48	1	3	2	1	2	2	2	1	1
49	1	4	2	1	2	2	2	2	1
50	1	5	2	1	2	2	3	2	1
51	2	2	2	1	1	2	1	1	1
52	3	2	2	1	1	2	1	1	1
53	2	2	2	1	1	2	1	1	1
54	1	5	2	1	2	2	3	2	1
55	1	4	2	1	1	2	2	1	1
56	1	3	2	1	1	2	2	1	1
57	2	5	2	1	2	2	2	2	2
58	1	5	2	1	2	2	4	2	1
59	1	5	2	1	2	2	1	2	1
60	1	3	2	1	2	2	1	2	1
61	1	5	2	1	4	2	2	2	1
62	1	2	2	1	1	2	1	1	1
63	2	5	2	1	2	2	3	2	2
64	1	4	2	1	2	2	3	1	1
65	1	3	2	1	2	2	2	1	1
66	1	5	2	1	2	2	2	2	1
67	1	3	2	1	2	2	2	2	1
68	1	3	2	1	2	2	1	1	1
69	1	2	2	1	2	2	1	2	1
70	1	3	2	1	2	2	2	1	1

Табл. 3.19. Значимость различий в содержании токсикантов в почвах «Трех вокзалов» и соответствующих «фоновых» территорий (по результатам расчета t-критерия, уровень значимости 0,05)

Показатель	Характеристика значимости различий*
Нефтепродукты	
Бенз(а)пирен	
Цинк	
Медь	
Кадмий	
Свинец	
Мышьяк	

Примечание:

- различие статистически достоверно (значение t-критерия выше табличной величины критических значений статистики Стьюдента)

- различие статистически не достоверно (значение t-критерия ниже табличной величины критических значений статистики Стьюдента)

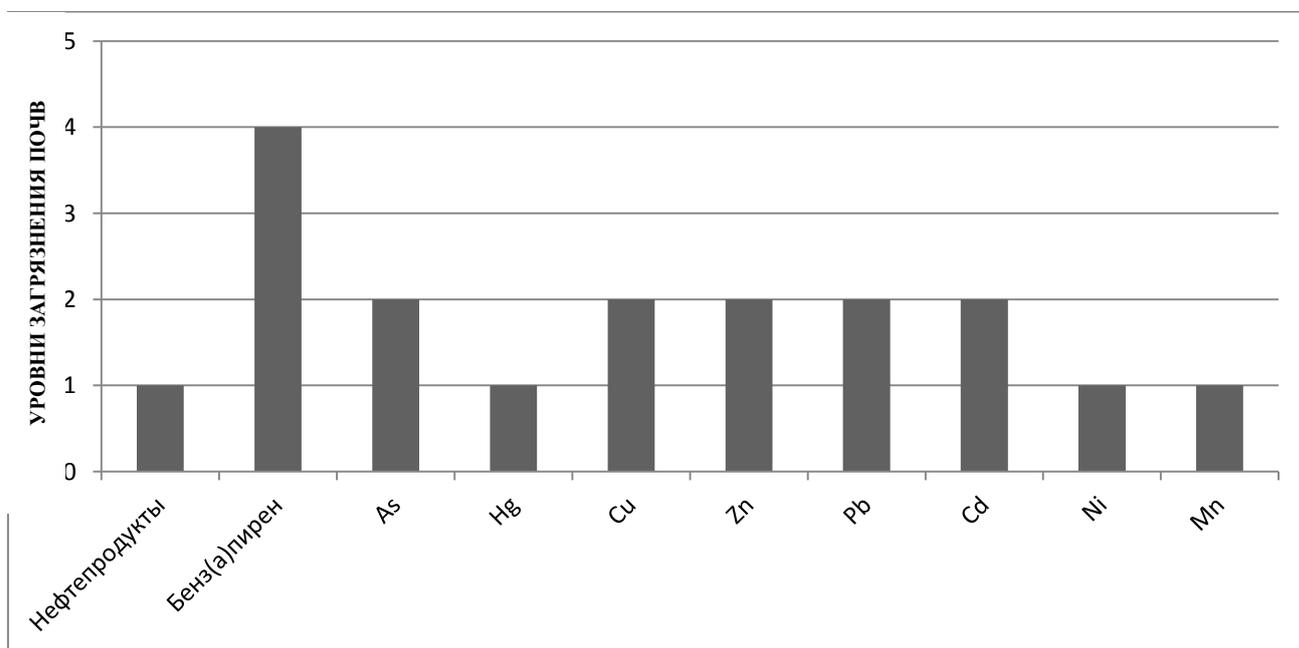


Рис. 3.5. Уровни загрязнения почв ж/д объекта «Три вокзала», рассчитанные по средним значениям содержания загрязняющих веществ

Табл. 3.20. Статистические характеристики содержания загрязняющих веществ в почвах ж/д объекта «Три вокзала»

Характеристика	Загрязняющие вещества									
	Нефтепродукты	Бенз(a)-пирен	As	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Mn
Объем выборки	70									
Минимальное значение, мг/кг	25,0	0,03	2,06	0,01	9,75	15,50	6,25	0,11	3,33	77,50
Максимальное значение, мг/кг	3630,0	3,89	11,28	0,92	1562,50	610,00	322,75	6,26	100,00	810,00
Среднее арифметическое значение, мг/кг	551,2	0,47	5,46	0,21	90,17	190,86	73,95	0,72	13,99	245,76
Медиана, мг/кг	265,4	0,25	4,94	0,14	48,63	175,00	55,50	0,48	11,12	231,25
Дисперсия, мг ² /кг ²	500711,3	0,42	4,00	0,04	36354,02	13115,47	3992,49	0,74	151,18	11085,3
Стандартное отклонение мг/кг	707,6	0,65	2,00	0,19	190,67	114,52	63,19	0,86	12,30	105,29

Табл. 3.21. Статистические характеристики содержания загрязняющих веществ в фоновых почвах, расположенных вблизи объекта «Три вокзала»

Характеристика	Загрязняющие вещества						
	Нефтепродукты	Бенз(a)-пирен	As	Cu	Zn	Pb	Cd
Объем выборки	3						
Минимальное значение, мг/кг	100,00	<0,001	0,20	11,00	19,00	6,40	0,20
Максимальное значение, мг/кг	400,00	0,0100	1,00	40,00	94,00	185,00	0,40
Среднее арифметическое значение, мг/кг	233,33	0,0050	0,55	27,17	64,67	90,13	0,30
Медиана, мг/кг	200,00	0,0050	0,41	30,50	81,00	79,00	0,25
Дисперсия, мг ² /кг ²	23333,33	0,0000	0,17	218,58	1606,33	8067,45	0,01
Стандартное отклонение мг/кг	152,75	0,0050	0,42	14,78	40,08	89,82	0,09

ГЛАВА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ (КАЧЕСТВА) ПОЧВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА МОСКВЫ

4.1. Состояние (качество) почв: отечественные и зарубежные подходы к его оценке и нормированию.

Совершенно справедливо, когда при определении понятия «состояние/качество почв» используют основные положения статьи 1 Федерального закона РФ от 10 января 2002 года N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», отражающие подходы к оценке качества окружающей среды (Яковлев, Макаров, 2006). Так, **благоприятная окружающая среда** определяется в этом законе как **«...окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов»** (Федеральный закон РФ от 10 января 2002 года N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»). В этом случае, **состояние/качество почв** можно определить как **комплекс почвенных свойств, определяющий способность почв обеспечивать устойчивое функционирование экосистем** (Макаров, 2002; Яковлев, Макаров, 2006; Макаров, Каманина, 2008; Макаров, Кулачкова, Васенев, Макаров, 2010).

Таким образом, ключевым моментом в определении экологических нормативов, оценке качества почв и их экологической сертификации является определение того, насколько «успешно» почвенный покров «справляется» со своими функциями поддержания устойчивого функционирования экологических систем.

Как известно, среди функций почвы как в отдельных экосистемах, так и окружающей среде в целом наиболее существенными являются экологические, природорегулирующие и производственные (Добровольский Никитин, 1986, 1990, 2000; Макаров, 2002) – рис. 4.1.

Следует отметить, что при изучении этих функций, а, следовательно – и при оценке качества и экологической сертификации почв, необходимо учитывать преимущественный вид использования земельных участков (или их категориальную принадлежность). Так, для почв промышленных и санитарно-

защитных зон, территорий транспортной инфраструктуры (в том числе, объектов железнодорожного транспорта) особое внимание необходимо уделять тому, как почвенный покров выполняет природорегулирующую функцию по поглощению различного рода загрязнителей, а для почв пахотных угодий на ведущее место выходит важнейшая производственная функция по обеспечению существования, роста и развития растений в агроэкосистемах.

Естественно, что и критерии оценки качества почв в каждом из приведенных случаев могут быть различными: для промышленных и транспортных земель – способность поглощать загрязняющие вещества (свойства: емкость поглощения, гранулометрический состав, содержание тяжелых металлов, ПАУ, ПХБ, радионуклидов и др.), для сельскохозяйственных угодий – плодородие (свойства: содержание элементов минерального питания растений, гумуса, кислотность и др.).



Рис. 4.1. Основные функции почв как базового компонента окружающей природной среды (Макаров, 2002)

Достаточно примечательным является тот факт, что рассмотренные выше отечественные разработки по оценке качества почв близки зарубежным исследованиям в этой области. Так, M.R. Carter (1996), рассматривает эволюцию подходов к определению качества почвы, отмечая, что ранние концепции качества почвы касались в основном изучения различных свойств почвы (содержание гумуса, элементов минерального растений и т.д.), затем исследователи перешли к характеристике функций, выполняемых почвой в экологических системах различного размера. Соответственно, и определения качества почвы были предметом постоянного развития: сначала это – **«пригодность к использованию»** (Carter, 1996), затем – **«устойчивая возможность почвы принимать, хранить и осуществлять рециркуляцию воды, питательных веществ и энергии»** (Anderson, Gregorich, 1984), **«способность почвы функционировать в границах своей экосистемы и позитивно взаимодействовать с окружающей средой...»** (Larson, Pierce, 1994), **«способность определенного вида почвы выполнять свои функции в границах естественных или управляемых экосистем, поддерживать продуктивность растений и животных, поддерживать или улучшать качество воды и воздуха, поддерживать здоровье человека и условия для проживания»** (Soil Science Society of America, 1995), **«способность почвы в определенных границах землепользования экологической системы к функции поддержания биологической продуктивности, поддержания качества окружающей среды, а также содействию растениям, животным и здоровью человека»** (Doran et al., 1996).

Анализ приведенных (главным образом, зарубежных) определений качества почвы показывает, что они в определенной степени ориентированы на выполнение почвой важнейшей производственной функции - плодородия, т.е. на сельскохозяйственное производство. Естественно, что только такое, «бонитировочное» (или «агрономическое») понимание качества (как способность почвы обеспечить благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных растений) не только сильно «зауживает», но и вообще искажает сущность этого понятия, так как более плодородная почва не всегда

имеет более высокое качество в нашем понимании, чем почва менее плодородная (Макаров, 2002, 2003; Макаров, Каманина, 2008).

Кроме того, в тех случаях, когда речь идет о качестве почв на землях, активно используемых человеком (земли сельскохозяйственного назначения, земли поселений, земли промышленности и т.д.), следует разделять качество почвы на две части - «внутреннюю», зависящую только от исходных свойств почвы (биопродуктивность, механические свойства и т.д.), и «внешнюю», которая определяется квалификацией землепользователя (Carter, 1996).

В научной и справочной литературе нередко термин «качество почв» заменяется терминами «состояние почв» (Макаров, 2002; Яковлев, Гендугов, Глазунов, Евдокимова, Шулакова, 2009; Яковлев, Евдокимова, 2011) или «здоровье почв» (Dogan, 1996).

При этом, понятие «здоровье почвы» используется, когда исследователь подчеркивает живой, динамичный характер почвы, обилие микроорганизмов, обитающих в ней (Constanza, Norton, Haskell, 1992). Необходимо отметить, что отношение к качеству (или состоянию, или здоровью) почвы как просто к некоему набору «физических, химических, биологических и иных показателей и (или) их совокупности» (статья 1 Федерального закона РФ от 10 января 2002 года N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды») в значительной степени бессмысленно, так как здесь не отражен ключевой критерий оценки качества – устойчивость функционирования экосистем (способность почв устойчиво осуществлять свои основные функции в естественных или антропогенных экосистемах).

4.2. Индивидуальные показатели оценки состояния (качества) почв.

Для оценки состояния/качества почв необходимо использовать комплекс физических, физико-химических, химических, агрохимических и биологических свойств почв. Можно сказать, что любое почвенное свойство, рассматриваемое с точки зрения своего влияния на степень пригодности почв для устойчивого функционирования естественных и антропогенных экосистем, может служить показателем состояния/качества почв (Макаров, 2002).

Выбирать конкретный показатель для оценки качества, можно исходя из той или функции, выполняемой почвой в экосистеме. При этом, кроме отечественных

(Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 2000; Макаров, 2002, рис. 4.1.) существуют зарубежные подходы к определению важнейших почвенных функций, которые необходимо учитывать при оценке состояния/качества почв (Carter, 1996, табл. 4.1.).

Табл. 4.1. Примеры функций, приписываемых почвам, которые используются при оценке качества

<p><i>SSSA (1995)</i> Поддержание биологической активности, биологического разнообразия и биологической продуктивности Регуляция процессов передвижения воды и растворенных в ней веществ Фильтрация, буферизации, деградация, иммобилизация и детоксикация органических и неорганических материалов Storing and cycling nutrients and other elements within the earth's biosphere Участие в сохранении и круговороте питательных веществ и других элементов в биосфере Земли</p>
<p><i>Larson and Pierce (1994)</i> Среда для роста и развития растений Регуляция водных потоков в окружающей среде Буфер в окружающей среде</p>
<p><i>Blum and Santelises (1994)</i> Производство биомассы Soil as a reactor (filters, buffers, transforms matter) Почва как реактор (фильтрация, запасание, трансформация веществ) Почва как биологическая среда обитания и генетический резерв</p>
<p><i>Warkentin (1995)</i> Рециклинг органических материалов для создания питательных элементов и энергии Регуляция дождевой воды на поверхности почвы Поддержание стабильной структуры для противостояния ветровой и водной эрозии Сглаживание перепадов температуры и влажности, а также резкого изменения химического состава Maintaining habitat diversity by providing a range of pore sizes Поддержание многообразия почвенной среды за счет пор различных размеров Хранение и постепенное высвобождение питательных веществ и воды Превращение энергии в почве</p>

Предлагаются различные наборы («минимальные» и «оптимальные») показателей, характеризующих качество почв (табл. 4.2., 4.3.). В тоже время очевидно, что даже рекомендуемые «минимальные», а, тем более, оптимальные «перечни показателей качества почвы, с одной стороны, достаточно объемны, а, с другой стороны, - могут не учитывать особенности антропогенной нагрузки на

почвенный покров. В этом случае, необходимо, воспользовавшись законом «минимума» Либиха, выбрать лимитирующие показатели – то есть те показатели, недоучет которых может привести к существенному искажению результатов оценки качества почв.

Табл. 4.2. Предлагаемый минимальный набор физических, химических и биологических индикаторов для скрининга состояния, качества и здоровья почвы (Larson and Pierce, 1991; Doran and Parkin, 1994; Doran et al., 1996)

Индикаторы состояния почвы	Связь с состоянием почвы и функцией; Обоснование приоритетности измерения
1	2
Физические	
Текстура (сложение)	Обеспечивает хранение и транспорт воды и химических веществ; Определяет модели протекания многих процессов; Определяет степень эрозии почв и изменчивость почвенных типов на сельскохозяйственных полях
Мощность почвенного профиля, гумусового и корнеобитаемого слоев почвы	Определяет потенциальную продуктивность и эродированность почв; Нормализует ландшафт и определяет географическую изменчивость почв
Объемная плотность почвы и инфильтрация	Характеристики являются индикаторами уплотнения, процессов выноса веществ, производительности и противоэрозионной устойчивости почв; Плотность необходима для корректировки почвенных анализов к условиям местности
Емкость вододерживания (гидрологическая характеристика почвы)	Влияет на запасы и транспорт воды в почве, противоэрозионную устойчивость почв.
Химические	
Почвенное органическое вещество (Общий органический углерод и общий органический азот)	Определяет плодородие, стабильность и противоэрозионную устойчивость почв; Используется в моделях функционирования почв

Продолжение табл. 4.2.

1	2
рН	Определяет пороги биологической и химической активности почв; Имеет существенное значение для процесса почвенного моделирования
Электропроводность почв	Определяет пороги активности растений и микроорганизмов; Замещает недостающие элементы при создании почвенных моделей; Служит для практической оценки определения уровней содержания нитратов в почвах
Подвижные азот, фосфор и калий в почвах	Определяет доступность для растений питательных веществ и возможные потери азота в почве; Являются показателями плодородия (биопродуктивности) почв и качества окружающей среды
Биологические	
Микробная биомасса углерода и азота	Определяет микробную ферментативную активность и запасы микробных углерода и азота; Моделирует поведение почвы; Управляет воздействием на органическое вещество
Потенциально минерализованный азот (определяется при анаэробной инкубации образца)	Определяет продуктивность почв и потенциал азота в почве; Моделирует почвенные процессы; Является приблизительным показателем биомассы азота в почве
Дыхание, влажность и температура почвы	Является мерой активности микробов (в некоторых случаях, - растений); Моделирует почвенные процессы; Служит оценкой деятельности микробной биомассы

На практике выбор показателей качества почв часто проводят, анализируя основные факторы промышленного, транспортного, сельскохозяйственного или иного воздействия на территорию.

При установлении градаций показателей качества почв (как компонента окружающей среды) по степени проявления отдельных признаков необходимо учитывать, как правило, нелинейный характер его изменения (Бельгебаев, 1970; Федоров, 1976; Полуэктов, 1981; Виноградов, 1983, 1998; Гродзинский, 1988;

Свирижев, 1987; Светлосанов, 1990; Воробейчик и др. 1994; Макаров, 2002; Воробейчик, 2004; Гендугов, Глазунов, Евдокимова, 2010; Rees, 1988; Sadler, 1996 и др.). Ранжирование отдельных показателей качества почв (выделение рангов, соответствующих определенным диапазонам качества почв) проводят, опираясь на характер зависимости качества почв от данного показателя (то есть, фактически, - от зависимости способности почв обеспечивать устойчивое функционирование экосистем от изменения конкретного показателя).

Табл. 4.3. Примерный перечень контролируемых показателей качества почв в регионе (Макаров, 2002)

Показатели загрязнения почв
<ul style="list-style-type: none"> • концентрация кадмия, свинца, ртути, цинка, никеля, меди, мышьяка, фтора, нитратов, бензола, бенз(а)пирена, фенолов, диоксинов, пестицидов (ДДТ, ГХЦГ, метафоса, трефлана, 2,4-Д), полихлорбифенилов, кратность превышения ПДК (ОДК) • содержание нефти и нефтепродуктов, мг/кг • плотность концентрации цезия-137, стронция-90, Ки/км² • удельная β-активность • снижение уровня активной микробной массы, кратность • фитотоксичность почвы (снижение числа проростков), кратность по сравнению с фоном
Показатели деградации почв
<ul style="list-style-type: none"> • уменьшение мощности почвенного профиля (А+В), % от недеградированного аналога • потери почвенной массы, т/га/год • расчлененность территории оврагами, км/кв.км • площадь подвижных (незакрепленных) песков, % от общей площади • перекрытость поверхности почвы абиотическими наносами, см • глубина провалов относительно поверхности, см • увеличение плотности почвы, кратность равновесной • уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А+В), % от недеградированного аналога • увеличение кислотности (щелочности), рН • превышение уровня грунтовых вод, % от критического значения (с учетом минерализации) • сработка торфа, мм/год • увеличение содержания суммы легкорастворимых солей, % • увеличение доли обменного натрия, % от емкости катионного обмена

Например, увеличение содержания токсиканта в почве изменяет параметры биологического круговорота в системе почва-растение (угнетенность почвенной микрофлоры влияет на массу и качественный состав разлагаемого растительного опада) и в предельном случае вообще может уничтожить микрофлору почвы и растительный покров на изучаемой территории.

Нелинейность показателей (Y) допустимых, предельно допустимых, критических и катастрофических нарушений почв (то есть, фактически, - показателей качества почв) от нагрузки на них (X), как правило, проявляет себя в форме логистической кривой (рис. 4.2.) и описывается функцией Ричардса (1):

$$Y(X) = a_1 / (1 + b \exp(-|\alpha + \beta X|)) + a_0 \quad (1),$$

где a_1 - координата верхней асимптоты логистической кривой (X_{max}); a_0 - нижней (X_{min}), коэффициенты b , α , β описывают положение и крутизну логистической кривой.

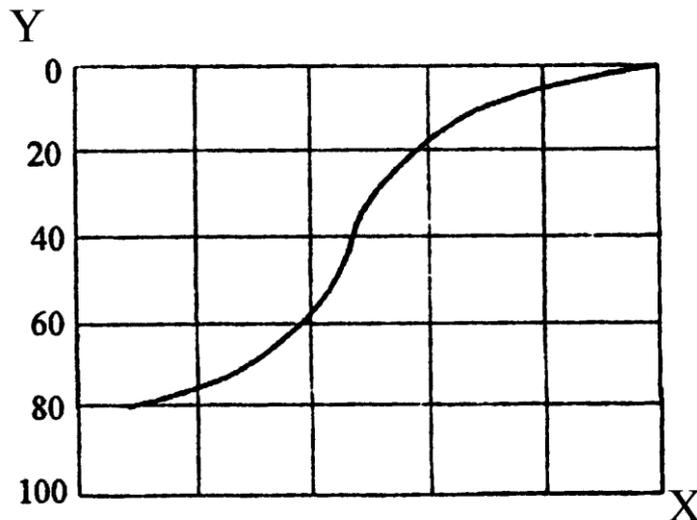


Рис. 4.2. Логистическая форма зависимости между качеством экосистемы (Y в %) и нагрузкой на нее (X в усл. ед.) (Виноградов, 1998)

Выделение различных качественных состояний экосистемы (в том числе, и почвы), связанных с изменением масштабов нагрузки на нее, производится путем анализа соответствующих дифференциальных производных (рис. 4.3.), позволяющих четко определить точки перегиба на графике (рис. 4.2.). Здесь максимум первой производной dY/dX соответствует координате $Y(X_c)$, - центру зоны кризиса или зоны критических нарушений, максимум второй производной

d^2Y/dX^2 - координате $Y(X_r)$ - центру зоны риска или предельно допустимых нарушений, а минимум последней - координате $Y(X_d)$ - центру зоны экологического бедствия или зоны необратимых нарушений. Таким образом, здесь максимум первой производной соответствует координате предельно допустимых нарушений, а максимум второй производной соответствует координате допустимых нарушений и минимум - критических нарушений (Виноградов, 1998).

Для разбиения на ранги качества почв (или уровни экологического неблагополучия почв) могут быть использованы критические точки на других аппроксимирующих функциях (Пуассона, Фишера и др.), причем кроме анализа мономерных функций, могут быть использованы методы анализа многомерных функций распределения.

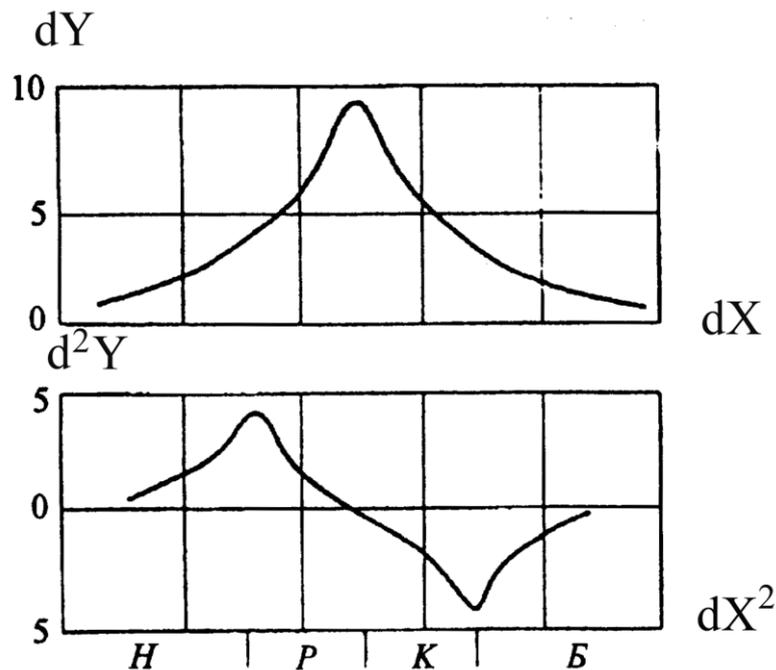


Рис. 4.3. Форма зависимости первой производной качества экосистемы (Y , %) от нагрузки на нее (X , в усл. ед.) с максимумом dY/dX , нормирующим зону экологического кризиса K , второй производной d^2Y/dX^2 с максимумом, нормирующим зону экологического риска P , и минимумом, нормирующим зону экологического бедствия B (Виноградов, 1998)

На основе изучения зависимостей изменения качества почв (или окружающей среды) созданы различные шкалы значений **индивидуальных**

показателей качества почв, позволяющие их ранжировать, в том числе учитывая их экологическую норму (экологическую норму качества почв можно определить как допустимое значение показателей указанного состояния, при котором реализуется устойчивое функционирование экологических систем) – табл. 1.4., 3.9., 4.4., 4.5., 4.6.

Табл. 4.4. Агроэкологические показатели экологического неблагополучия (Виноградов, 1998)

Показатели	Норма	Риск	Кризис	Бедствие
Снижение урожайности посевов в % от нормы	< 15	15-40	40-80	> 80
Засоренность агроценозов в % от площади	< 10	10-40	40-80	> 80
Развитие вредителей в посевах в % от площади	< 10	10-20	20-50	> 50
Систематическая гибель посевов в % от площади	< 5	5-15	15-30	> 30
Проективное покрытие пастбищной растительности в % от нормы	> 80	60-80	20-50	< 10
Урожайность кормовых угодий в % от нормы	> 80	60-70	30-50	< 20
Перегрузка пастбищ в % от несущей способности	< 100	100-150	150-200	> 200
Плотность рекреационной нагрузки в % от нормы	< 10	10-20	20-40	> 40

Табл. 4.5. Почвенные показатели экологического неблагополучия (Виноградов, 1998)

Показатели	Норма	Риск	Кризис	Бедствие
1	2	3	4	5
<i>Почвенно-биотические показатели</i>				
Содержание гумуса в % от нормы	> 90	70-90	30-70	< 25
Плодородие почв в % от нормы	> 85	65-85	25-65	< 25
Биомасса почвенной мезофауны (% от нормы)	> 90	60-80	30-50	< 20
Численность почвенных микроартропод (% нормы)	> 90	60-80	40-60	< 20
Активная микробная биомасса (снижение, число раз)	< 5	5-10	10-50	> 50
<i>Почвенно-химические показатели</i>				
Химизм засоления	Сульфатно-карбонатный	Хлоридно-сульфатный	Сульфатно-хлоридный	Хлоридный
Содержание легкорастворимых солей в вес. %	< 0,5	0,5-1,0	1,0 -2,0	> 3,0
Содержание токсичных солей в вес. %	< 0,3	0,3-0,4	0,4 -0,6	> 0,6
Площадь вторично засоленных почв в % площади	< 5	5-20	20 - 50	> 50
<i>Почвенно-физические показатели</i>				
Мощность абиотического наноса в см	< 10	10-20	20-40	> 40
Каменистость в % покрытия	< 5	5-20	20-50	> 50
Плотность в % от исходного	< 10	10-30	30-40	> 40
Плотность почвы в г/см ³	< 1,4	1,4 -1,6	1,6 – 1,9	> 1,9
Структурная пористость в см ³ /г	> 0,1	0,06 – 0,1	0,02-0,05	< 0,02
Текстурная пористость в см ³ /г	> 0,25	0,2 – 0,25	0,17-0,2	< 0,17

Продолжение табл. 4.5.

1	2	3	4	5
<i>Водно-эрозионные показатели</i>				
Глубина смывости почвенных горизонтов	Следы смыва в гор. А ₀	Смыв горизонт А ₁ или 0,5 гор. А	Смыв горизонт А и частично горизонт АВ	Смывы горизонты А и В полностью
Глубина смывости в % почвенного профиля	< 10	10-30	30-50	> 50
Площадь водной эрозии в % площади	< 10	10-25	25-50	> 50
Овражная расчлененность в км/км ²	< 0,3	0,3-0,7	0,7 -2,5	> 2,5
Глубина водораздела относительно поверхности в см	< 40	40-100	100-200	> 200
<i>Ветро-эрозионные показатели</i>				
Язвы дефляции	Язвы дефляции без обрывов	Язвы дефляции с обрывами	Язвы дефляции сливаются частично	Язвы дефляции сливаются полностью
Площадь язв дефляции в % площади	< 10	10-20	20-30	> 40
Площадь полностью сдутых почв в % площади	< 5	10-20	20-40	> 40
Задернованность песчаных почв в % площади	> 40	20-40	10-20	< 5
Площадь подвижных песков в % площади	< 5	5-15	15-25	> 30
Глубина ветровой эрозии в % почвенного профиля	< 10	10-25	25-50	> 50
Мощность абиотического наноса в см	< 10	10-20	20-40	> 40

Продолжение табл. 4.5.

<i>Почвенно-геологические показатели</i>				
Площадь обна- женных коренных пород в %	< 5	5 - 10	10 - 25	> 25
Глубина почвенных кор (карбонат, гипс, кремний) в см	> 100	50-100	30-50	<10
<i>Техногенные показатели</i>				
Относительная площадь отвалов нейтральной породы в %	< 5			
Относительная площадь отвалов токсичной породы в %	< 2			
Относительная площадь нару- шенных транс- портом земель в %	< 10	10-20	20-40	> 40
Содержание пестицидов в почве (ПДК)	< 0,5	0,5 - 1	1 - 3	> 5
Содержание поллютантов в почве (ПДК)	< 1	1 - 3	3 - 10	> 10
Остаточное содержание нефтепродуктов в почве (вес. %)	< 1	1 - 5	5 - 10	> 10

Табл. 4.6. Определение степени деградации почв и земель («Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель», 1996), с авторскими изменениями

Показатели	Степень деградации				
	0 (соответств ует зоне нормы) – рисунки 4.2., 4.3.	1 (соответств ует зоне нормы) – рисунки 4.2., 4.3.	2 (соответств ует зоне риска) - рисунки 4.2., 4.3.	3 (соответств ует зоне кризиса) – рисунки 4.2., 4.3.	4 (соответств ует зоне бедствия) – рисунки 4.2., 4.3.
1	2	3	4	5	6
Мощность абиотического наноса, см	< 2	2 - 10	11 - 20	21 - 40	> 40
Глубина провалов (см) относительно поверхности (без разрыва сплошности)	< 20	21 - 40	41 - 100	101 - 200	> 200
Уменьшение содержания физической глины на величину, % от исходного*	< 5	6 - 15	16 - 25	26 - 32	> 32
Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, в % от исходного	< 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	> 40
Стабильная структурная (межагрегат- ная, без учета трещин) пористость, см ³ /г	> 0,2	0,11 - 0,2	0,06 - 0,1	0,02 - 0,05	< 0,02
Текстурная пористость, см ³ /г	> 0,3	0,26 - 0,3	0,2 - 0,25	0,17 - 0,19	< 0,17

Продолжение табл. 4.6.

1	2	3	4	5	6
Коэффициент фильтрации, м/сут	> 1,0	0,3 - 1,0	0,1 - 0,3	0,01 - 0,1	< 0,01
Каменистость, % покрытия	< 5	6 - 15	16 - 35	36 - 70	> 70
Уменьшение мощности почвенного профиля (А+В), % от исходного	< 3	3 - 25	26 - 50	51 - 75	> 75
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А+В), % от исходного	< 10	11 - 20	21 - 40	41 - 80	> 80
Уменьшение содержания микроэлементов (Mn, Co, Mb, B, Cu, Fe), % от средней степени обеспеченности	< 10	11 - 20	21 - 40	41 - 80	> 80
Уменьшение содержания подвижного фосфора, % от средней степени обеспеченности	< 10	11 - 20	21 - 40	41 - 80	> 80
Уменьшение содержания обменного калия, % от средней степени обеспеченности	< 10	11 - 20	21 - 40	41 - 80	> 80

Продолжение табл. 4.6.

1	2	3	4	5	6
Уменьшение степени кислотности (рН сол.), % от средней степени кислотности	< 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	> 25
Потери почвенной массы, т/га/год	< 5	6 - 25	26 - 100	101 - 200	> 200
Площадь обнаженной почвообразующей породы (С) или подстилающей породы (D), % от общей площади	0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 25	> 25
Увеличение площади эродированных почв, % в год	< 0,5	0,6 - 1,0	1,1 - 2,0	2,1 - 5,0	> 5,0
Глубина размывов и водороев относительно поверхности, см	< 20	21 - 40	41 - 100	101 - 200	> 200
Расчлененность территории оврагами, км/км ²	< 0,1	0,1 - 0,3	0,4 - 0,7	0,8 - 2,5	> 2,5
Дефляционный нанос неплодородного слоя, см	< 2	3 - 10	11 - 20	21 - 40	> 40
Площадь выведенных из землепользования угодий (лишенная растительности на естественных угодьях), % от общей площади	< 10	11 - 30	31 - 50	51 - 70	> 70

Продолжение табл. 4.6.

1	2	3	4	5	6
Проективное покрытие пастбищной растительности, % от зонального	> 90	71 – 90	51 - 70	11 - 50	< 10
Скорость роста площади деградированных пастбищ, % в год	< 0,25	0,26 - 1,0	1,1 - 3,0	3,1 - 5,0	> 5
Площадь подвижных песков, % от общей площади	0 - 2	3 - 5	6 - 15	16 - 25	> 25
Увеличение площади подвижных песков, % в год	< 0,25	0,26 - 1,0	1,1 - 2,0	2,1 - 4,0	> 4
Содержание суммы токсичных солей в верхнем плодородном слое (%): - с участием соды; - для других типов засоления	< 0,1 < 0,1	0,11 - 0,2 0,11 - 0,25	0,21 - 0,3 0,26 - 0,5	0,31 - 0,5 0,51 - 0,8	> 0,5 > 0,8
Увеличение токсичной щелочности, мг-экв/100 г. почв	< 0,7	0,71 - 1,0	1,1 - 1,6	1,7 - 2,0	> 2,0
Увеличение площади засоленных почв, % в год	0 – 0,5	0,51 - 1,0	1,1 - 2,0	2,1 - 5,0	> 5,0

Продолжение табл. 4.6.

1	2	3	4	5	6
Увеличение содержания обменного натрия (в % от ЕКО): - для почв, содержащих < 1% натрия; - для других почв	< 1 < 5	1 - 3 5 - 10	3 - 7 10 - 15	7 - 10 15 - 20	> 10 > 20
Увеличение содержания обменного магния (в % от ЕКО)	< 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	> 70
Поднятие пресных (< 1-3 г/л) почвенно-грунтовых вод, м: - в гумидной зоне; - в степной зоне	> 1,0 > 4	0,81 - 1,0 3,1 - 4,0	0,61 - 0,80 2,1 - 3,0	0,31 - 0,60 1,0 - 2,1	< 0,3 < 1,0
Поднятие уровня минерализованных (> 3 г/л) почвенно-грунтовых вод, м	> 7	5 - 7	5 - 3	3 - 2	< 2
Затопление (поверхностное переувлажнение), месяцы	< 3	3 - 6	6 - 12	12 - 18	> 18
Сработка торфа, мм/год	0 - 1	1 - 2,5	2,6 - 10	11 - 40	> 40

* Примечание: за исходное принимается состояние недеградированного аналога (нулевая степень деградации).

Необходимо отметить, что 5-ти уровневые шкалы загрязнения (табл. 3.9.) и 5-ти степенные шкалы деградации (табл. 4.6.) в значительной степени разрабатывались в соответствии с 5-ти уровневой критериальной таблицей экологической оценки качества окружающей природной среды (ОПС) – табл. 4.7., то есть допустимый уровень загрязнения и нулевая степень деградации почв соответствуют условно нулевому уровню ухудшения качества ОПС, и такое же соответствие имеют остальные уровни загрязнения и степени деградации с уровнями ухудшения качества ОПС.

Табл. 4.7. Критериальная таблица экологической оценки состояния/качества окружающей природной среды (авторы П.Н. Березин, А.С. Яковлев, А.Н. Прохоров, О.А. Макаров)

Уровни (градации) ухудшения качества	<i>Характеристика качества ОПС</i>	Соответствие экологической норме
1	2	3
Условно нулевой	Отсутствие признаков: <ul style="list-style-type: none"> • угнетения естественных и антропогенных биоценозов; • нарушений состояния здоровья населения под влиянием окружающей природной среды; • нарушений отдельных природных сред и их функционального равновесия 	Соответствует
Низкий	<ul style="list-style-type: none"> • заметное угнетение естественных биоценозов, использование земель для производства пищевой продукции без ограничений; • окружающая природная среда в целом удовлетворительна для существования человека; • признаки нарушений отдельных природных сред обратимого характера 	

Продолжение табл.4.7.

1	2	3
Средний	<ul style="list-style-type: none"> • природные биоценозы сильно угнетены, производство пищевой продукции неэффективно из-за ее низкого качества и снижения биопродуктивности земель; • здоровье населения заметно ухудшено под влиянием неблагоприятных условий окружающей природной среды; • окружающая природная среда не справляется с антропогенными нагрузками 	Не соответствует
Высокий	<ul style="list-style-type: none"> • невозможность длительного существования искусственных насаждений, использование земель для производства продовольственной продукции противопоказано; • существенная деградация населения по состоянию здоровья; • необратимые нарушения отдельных природных сред, исключаящие самовосстановление окружающей природной среды в целом 	
Катастрофический	<ul style="list-style-type: none"> • биопродуктивность земель нулевая; • прямой контакт человека с окружающей природной средой опасен для здоровья и существования человека; • отдельные природные среды необратимо нарушены и не могут выполнять своих функций в окружающей природной среде 	

В тоже время ряд исследователей (Гучок, 2009 и др.) отмечает, что шкалы индивидуальных показателей (в частности, шкалы деградации почв) не всегда «бьются» с уровнями ухудшения качества ОПС, и предлагает корректировку их соответствия (табл. 4.10.). То есть, не всегда, например, мощность абиотического

наноса более 40 см или уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (горизонты А+В) более, чем на 80% от исходного значения приводят к ситуации, когда биопродуктивность земель нулевая, прямой контакт человека с окружающей природной средой опасен для здоровья и существования человека, и отдельные природные среды необратимо нарушены и не могут выполнять своих функций в окружающей природной среде.

Табл. 4.10. Соответствие шкал ранжирования индивидуальных показателей качества почв и интегральной шкалы качества ОПС (Гучок, 2009)

Уровни ухудшения качества ОПС	1		2	3		4	5
	Условно нулевой		Низкий	Средний		Высокий	Катастрофический
Степень деградации почв	1	2	3	4	5		
	Недеградированные/допустимый	Слабодеградированные/низкий	Среднедеградированные/средний	Сильнодеградированные/высокий	Очень сильнодеградированные/очень высокий		

4.3. Интегральные показатели оценки состояния (качества) почв.

Как правило, нелинейность индивидуальных показателей определяет нелинейность **интегральных** показателей качества почв, причем в измерении последних возможны следующие методологические приемы:

- 1) так как основным критерием качества почв является устойчивость функционирования экосистем (или, собственно говоря, качество экосистем), в которых эти почвы находятся, то оценить интегральное качество почв можно через интегральное качество экологических систем, или окружающей среды (показатель потери экологического качества ОПС – Макаров (2002));
- 2) определение интегрального показателя жестко «завязывается» на «биотический отклик» - реакцию, как правило нескольких, тест-организмов на почвенные свойства (содержание загрязняющих веществ, макроэлементов питания растений и т.д.) - показатель состояния почв по В.М. Гендугову, Г.П. Глазунову, М.В. Евдокимовой (2010);

- 3) интегральный показатель является «средним арифметическим» различных индивидуальных показателей качества (состояния) почв (интегральный показатель биологического состояния почв по С.И. Колесникову (2010)); к числу подобных показателей с некоторой долей условности можно отнести и суммарный показатель загрязнения почв Z_c , являющийся по сути санитарно-гигиенической характеристикой почв (табл. 4.11.);
- 4) интегральный показатель определяется по наиболее «тревожным», лимитирующим индивидуальным показателям (реализация закона ограничивающего (лимитирующего) фактора, или закон минимума Либиха) – показатель потери экологического качества (ППЭК) почв (Макаров, 2002).

Табл. 4.11. Оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения Z_c («Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами», 1987)

Категория загрязненности почв	Z_c	Изменение показателей здоровья населения
1. Допустимая	<16	Наиболее низкий уровень заболеваемости
2. Умеренно опасная	16 – 32	Увеличение общей заболеваемости
3. Опасная	32 – 128	Увеличение общей заболеваемости, в том числе детской
4. Чрезвычайно опасная	> 128	Аналогично категории 3. Нарушение репродуктивной функции женщин, увеличение онкологической заболеваемости.

Для интегральной оценки состояния (качества) почв исследуемых железнодорожных объектов из указанного выше перечня интегральных показателей качества (состояния) почв были выбраны два - суммарный показатель загрязнения почв Z_c и показатель потери экологического качества (ППЭК) почв. Выбор этих показателей определялся тем, что, во-первых, они отражают различные

методологические принципы интегральной характеристики качества (состояния) почв, а, во-вторых, - их расчет возможно произвести, опираясь на полученный массив данных.

4.3.1 Расчет суммарного показателя загрязнения почв (Z_c).

На основе полученных результатов измерения содержания загрязняющих веществ в почвах железнодорожных объектов проводился расчет суммарного показателя загрязнения почв Z_c по формуле (2):

$$Z_c = K_{c1} + \dots + K_{ci} + \dots + K_{cn} - (n-1) \quad (2),$$

где n – число определяемых загрязняющих веществ;

K_{ci} – коэффициент концентрации i -го загрязняющего вещества, равный кратности превышения содержания данного вещества над фоновым значением (для расчета используются только сведения о содержании тяжелых металлов).

В качестве величин фонового содержания загрязняющих веществ в почвах, уровней загрязнения использовали значения, приведенные в федеральных нормативно-методических документах («Порядок определения размера ущерба от загрязнения земель химическими веществами», 1996).

4.3.1.1. Железнодорожный объект «Белорусский вокзал».

Результаты определения величины Z_c для железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» отражены на рис. 4.4. Величина Z_c для «Белорусского вокзала» варьирует от допустимой (<16) до чрезвычайно опасной категории (>128), составляя в среднем 42 (рис. 4.5.), что соответствует категории «опасная». Основной вклад в достаточно высокие значения величины Z_c вносят медь, свинец, кадмий, цинк. В этой связи, руководству соответствующего московского подразделения ОАО «Российские железные дороги», отвечающего за функционирование «Территории грузового двора «Москва-Товарная-Смоленская», необходимо обратить внимание на условия труда своих сотрудников и принять экстренные меры по их улучшению.

Расчет критерия Стьюдента показал, что по величине Z_c почвы «Белорусского вокзала» достоверно не отличаются от почв соответствующей «фоновой» территории, где средняя величина Z_c составила 39,38, что также соответствует категории «опасная». Следует также констатировать в целом крайне неблагоприятные условия для проживания людей в районе ул. Скаковой, где, собственно говоря, и находится «фоновая» территория.

Одновременно необходимо отметить, что средняя величина загрязнения почв «Белорусского вокзала» несколько выше величины аналогичного показателя «Трех вокзалов».

4.3.1.2. Железнодорожный объект «Три вокзала».

Диапазон варьирования величина суммарного показателя загрязнения почв Z_c «Трех вокзалов» составляет от 3,80 (категория «допустимая») на пробной площадке №15 до 241,33 (категория «чрезвычайно опасная») на пробной площадке №35 (рис. 4.6.). Средняя величина суммарного показателя загрязнения почв Z_c «Трех вокзалов» - 48 (рис. 45), что так же, как и в случае с «Белорусским вокзалом», соответствует опасной категории. Расчет t-критерия позволил установить, что по величине Z_c почвы «Трех вокзалов» достоверно отличаются от почв соответствующей «фоновой» территории (район Грохольского переулка), где средняя величина Z_c составляет 23,66 (категория «умеренно опасная»). Контрастные различия между почвами железнодорожного объекта и почвами «фоновой» территории объясняются как достаточно высокими значениями Z_c для «Трех вокзалов» (немного превышающими значения аналогичного показателя для «Белорусского вокзала»), так и существенно более низкими (по сравнению с «Белорусским вокзалом») значениями показателя суммарного показателя загрязнения почв для «фоновой» территории. Таким образом, резко неблагоприятная санитарно-гигиеническая обстановка наблюдается на территории железнодорожного объекта и достаточно неблагоприятная – на «фоновой» территории.

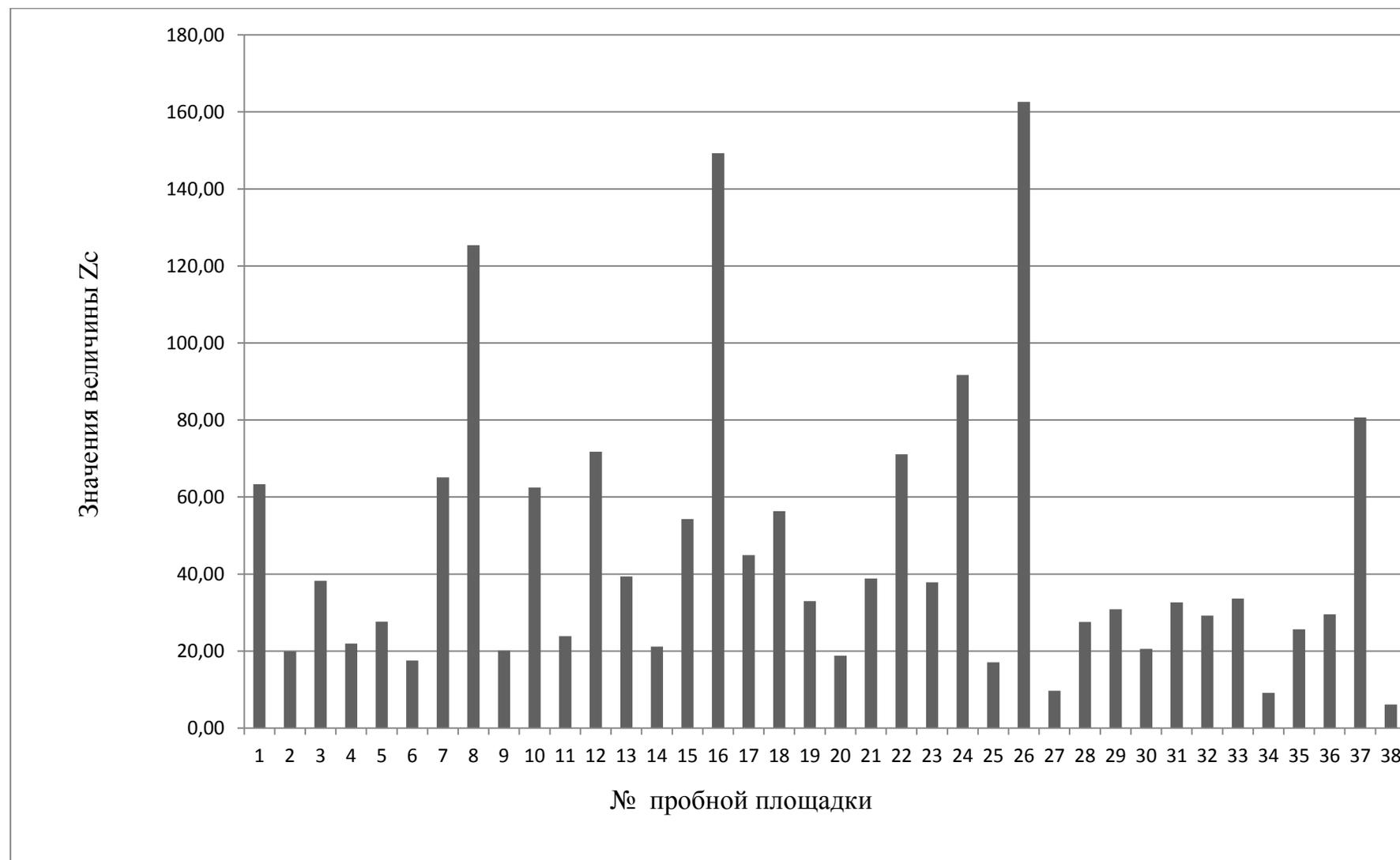


Рис. 4.4. Значения величины суммарного загрязнения почв Z_c железнодорожного объекта «Белорусский вокзал»

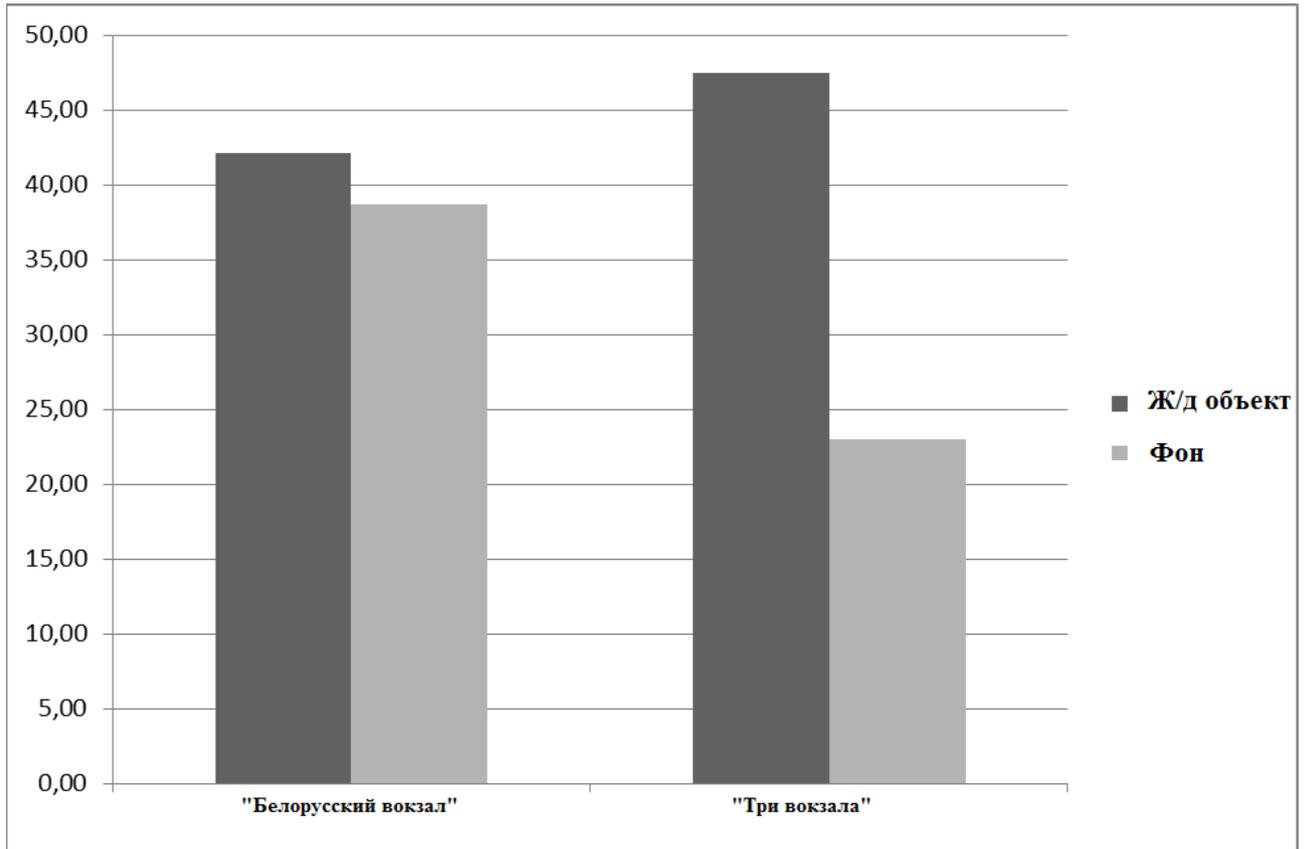


Рис. 4.5. Средние значения величины Z_c для железнодорожных объектов и контрольных территорий

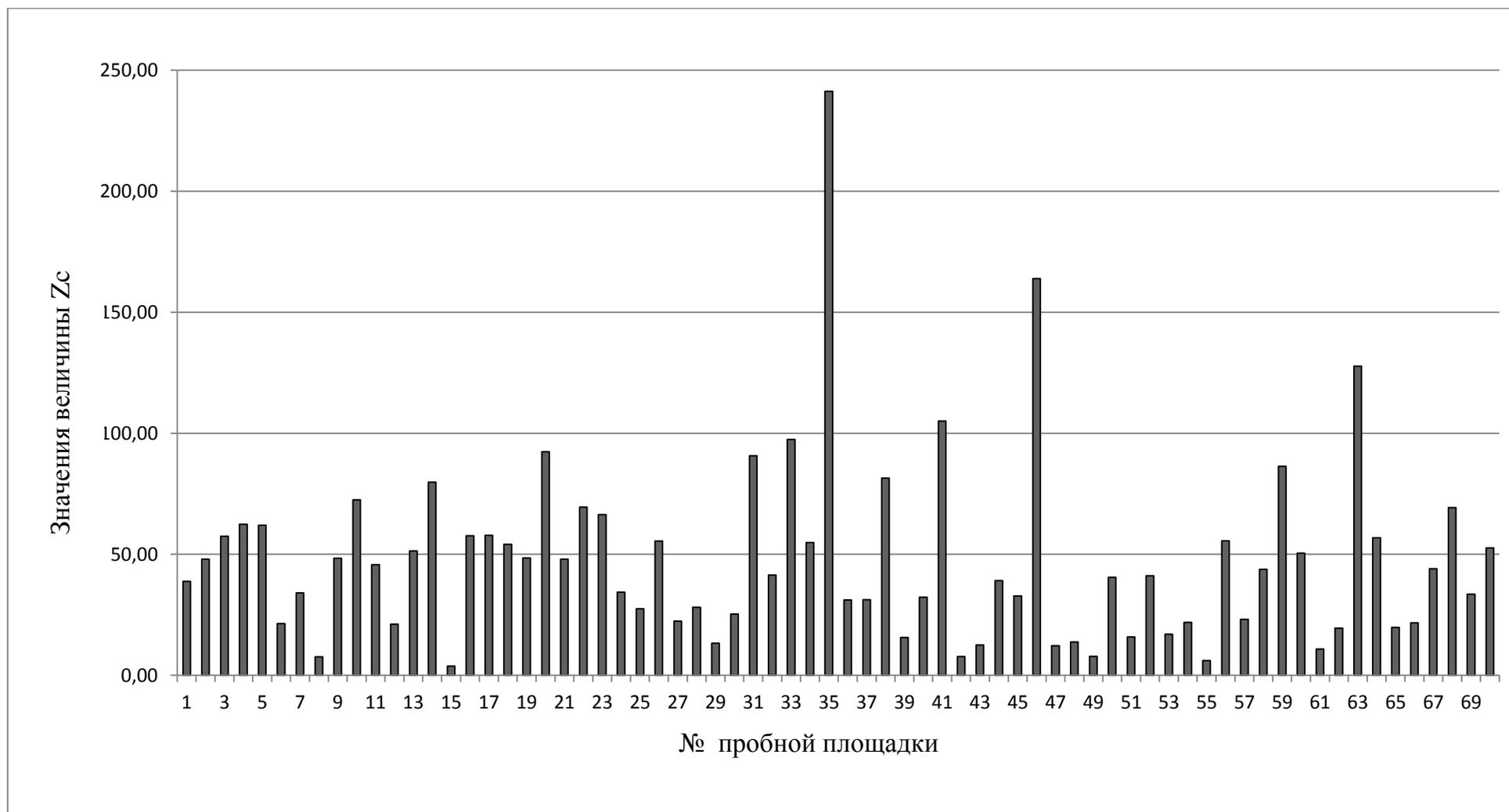


Рис. 4.6. Значения величины суммарного загрязнения почв Z_c железнодорожного объекта «Три вокзала»

4.3.2. Расчет показателя потери экологического качества (ППЭК) почв.

Расчет показателя потери экологического качества почв (ППЭК) железнодорожных объектов проводился по формуле (3):

$$ППЭК_{почв} = П\delta + \frac{\sum_{i=1}^n (П\delta n_i)}{\left[\sum_{i=1}^n (П\delta n_i) + n \right]}, \quad (3),$$

где ППЭК – величина показателя потери экологического качества почв,

Пδ – значение доминирующего параметра качества почв,

Пδn_i – значение дополнительного параметра качества почв,

n – число дополнительных параметров.

ППЭК почв основан на пятиуровневой шкале потери экологического качества ОПС (табл. 4.7.), которая выведена с учетом уравнения Ричардса (формула 1), описывающего логистическую форму зависимости между качеством экосистемы и нагрузкой на нее. Данный подход подробно рассмотрен в коллективных монографиях и специальных исследованиях, посвященных оценке экологического состояния почв и окружающей природной среды в целом («Оценка экологического...», 2000; «Оценка и экологический...», 2001; Макаров, 2002). В соответствии с этими работами, почвы, обладающие благоприятным состоянием (1-й и 2-й уровни потери экологического качества), осуществляют устойчивое функционирование в наземных экосистемах.

В качестве доминирующего и дополнительных показателей качества почв использовались уровни загрязнения и степени деградации почв («Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель», 1996).

Результаты определения уровня загрязнения почв железнодорожных объектов приведены в разделе 3.3. (табл. 3.12., 3.18., рис.4.7., 4.8.).

В соответствии с этими Методическими рекомендациями при определении степени деградации почв по пятибалльной шкале свойства изучаемой почвы сопоставляются со свойствами недеградированной, «эталонной» почвы (недеградированного аналога). Чем значительнее указанное различие, тем выше степень деградации почв – табл. 4.6. (отличие шкалы, приведенной в табл. 4.6., от шкал, отраженных на рис. 4.9., 4.10., заключается в том, что нулевая степень

деградации из табл. 4.6. соответствует первой степени деградации на рис. 4.9., 4.10., первая – соответствует второй, вторая – третьей, третья – четвертой, четвертая – пятой; то есть диапазон степеней деградации 0 – 4 трансформирован в диапазон 1 – 5).

При выработке эталонных значений свойств почв железнодорожных объектов выступали нормативные величины сертифицированных почвогрунтов, установленные постановлением Правительства Москвы № 514-ПП от 27 июля 2004 «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве» (в ред. ППМ № 594-ПП от 9 августа 2005) – табл. 4.12.

Степень деградации почв рассчитывалась по следующим показателям:

1. Уменьшение содержания гумуса, % от эталона;
2. Изменение (уменьшение/увеличение) содержания подвижного фосфора, % от эталона;
3. Изменение (уменьшение/увеличение) содержания обменного калия в % от эталона;
4. Увеличение кислотности, % от эталона.

При оценке степени деградации почв использовались нижние и верхние границы рекомендуемых диапазонов содержания P_2O_5 и K_2O (нижняя, когда содержание ниже «нормативного» диапазона значений, и верхняя, когда выше). В качестве эталонного значения при определении степени деградации почв по уменьшению содержания гумуса брали нижнюю границу диапазона «нормативных» значений (4%), по увеличению кислотности pH_{KCl} – «нормативное» значение 5,5.

Результаты определения степени деградации почв железнодорожных объектов, приведенные на рис. 4.9., 4.10., позволяют выявить следующие закономерности:

для железнодорожного объекта «Белорусский вокзал»:

- пятая степень деградации отмечается по показателям изменения содержания подвижного фосфора и обменного калия, причем содержание фосфора значительно отличается от эталонного как в меньшую, так и в большую сторону

практически в равной мере, а содержание обменного калия значительно рознится от эталона, как правило, лишь в меньшую сторону (есть отдельные исключения);

Табл. 4.12. Основные параметры почвогрунтов (Постановление Правительства Москвы № 514-ПП от 27 июля 2004 «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве»)

№ п/п	Наименование показателей качества	Норма параметра
1	2	3
1	Внешний вид	однородная сыпучая масса
2	Цвет	от буровато-серого до темно-серого цвета
3	Включения, %	более 0,5 см не допускаются; менее 0,5 см - до 10%
4	Массовая доля воды, %	не более 50
5	Гранулометрический состав Содержание физической глины (частицы < 0,01 мм), % к массе	от супесчаного до среднесуглинистого 15-35
6	Органическое вещество, % к сухой массе	4-15
7	Реакция среды: рН _{KCl} - рН _{KH₂O}	5,5 - 7,0
8	Емкость катионного обмена, мг-экв/100 г почвы	не менее 15
9	Общее содержание солей: - по удельной электропроводности, мСм/см - по плотному остатку, г/л	не более 3,0 не более 3,0
10	Содержание элементов питания, мг/кг: - азота (NO ₃ +NH ₄) - фосфора (P ₂ O ₅) по Кирсанову или Чирикову - калия (K ₂ O) по Кирсанову или Чирикову	50 – 200 100 - 200 100 - 200
11	Валовое содержание тяжелых металлов, мг/кг - медь - цинк - свинец - ртуть - свинец + ртуть - кадмий - никель	не более 117 не более 198 не более 65 не более 2 не более 60 + 1 не более 2 не более 70

Продолжение табл. 4.12.

1	2	3
	- мышьяк	не более 10
	- селен	не более 3
12	Бенз(а)пирен, мг/кг	не более 0,02
13	Пестициды (остатки), мг/кг	не более 0,2
14	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг	не более 370
15	Удельная эффективная активность техногенных радионуклидов, Бк/кг	не допускается
16	Патогенные микроорганизмы, в том числе: - сальмонеллы в 25 г почвы - яйца гельминтов (жизнеспособных), шт/кг	не допускается
17	Семена сорных растений, шт/кг	не более 15

- для многих пробных площадок определена четвертая степень деградации почв по уменьшению содержания гумуса;

- для всех пробных площадок отсутствует деградация (первая степень деградации) по показателю увеличения кислотности;

для железнодорожного объекта «Три вокзала»:

- также как и в случае с «Белорусским вокзалом», почвы имеют пятую степень деградации по показателям изменения содержания подвижного фосфора и обменного калия, обусловленную как малым, так и чрезмерно высоким содержанием этих макроэлементов питания растений;

- количество площадок, для которых отмечается четвертая степень деградации по уменьшению содержания гумуса, существенно меньше, чем для «Белорусского вокзала»;

- по показателю увеличения кислотности деградация не выявлена для всех пробных площадок.

Результаты расчета величины ППЭК почв «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов», приведенные на рис. 4.11., 4.12., позволяют сделать следующие заключения:

1. Уровни потери экологического качества почв варьируют от 4-го (высокого) до 5-го (катастрофического), что свидетельствует о крайне неблагоприятной экологической обстановке на территории железнодорожного объекта: почвы и почвоподобные тела «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов», как следует из табл. 4.7., не могут выполнять свои экологические функции в исследуемых урбоэкосистемах (рис. 4.1.) и представляют опасность для работников этого объекта и, возможно, - для пассажиров и жителей прилегающих селитебных зон;

2. В формирование высоких значений ППЭК почв приблизительно равный вклад вносят и показатели загрязнения целым рядом токсических веществ (в первую очередь, бенз(а)пиреном и нефтепродуктами), и показатели деградации (например, крайне низкое содержание доступного фосфора, обменного калия, органического углерода).

3. Почвы «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов» по значению ППЭК менее дифференцированы, чем по величине суммарного показателя загрязнения, что, с одной стороны, может быть связано с тем, что при расчете Z_c не учитываются показатели деградации почв, а, с другой стороны, отражает способ определения ППЭК через лимитирующие факторы (в отличие от Z_c , где происходит «усреднение» показателей состояния почв).

4. Закономерного изменения величины ППЭК почв обоих железнодорожных объектов по мере удаления от края железнодорожного полотна не обнаружено.

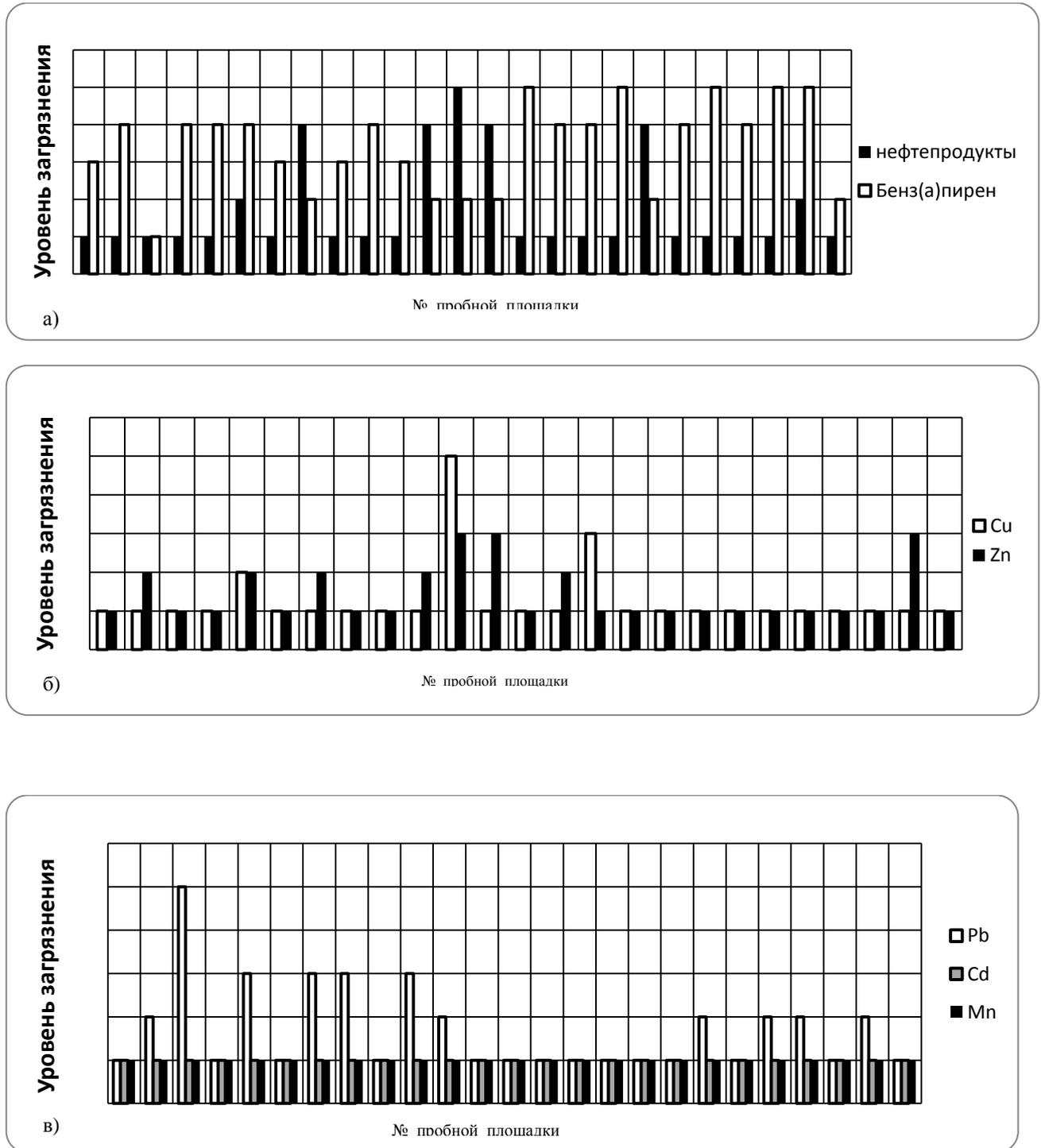


Рис. 4.7. Уровни загрязнения почв железнодорожного объекта «Белорусский вокзал»

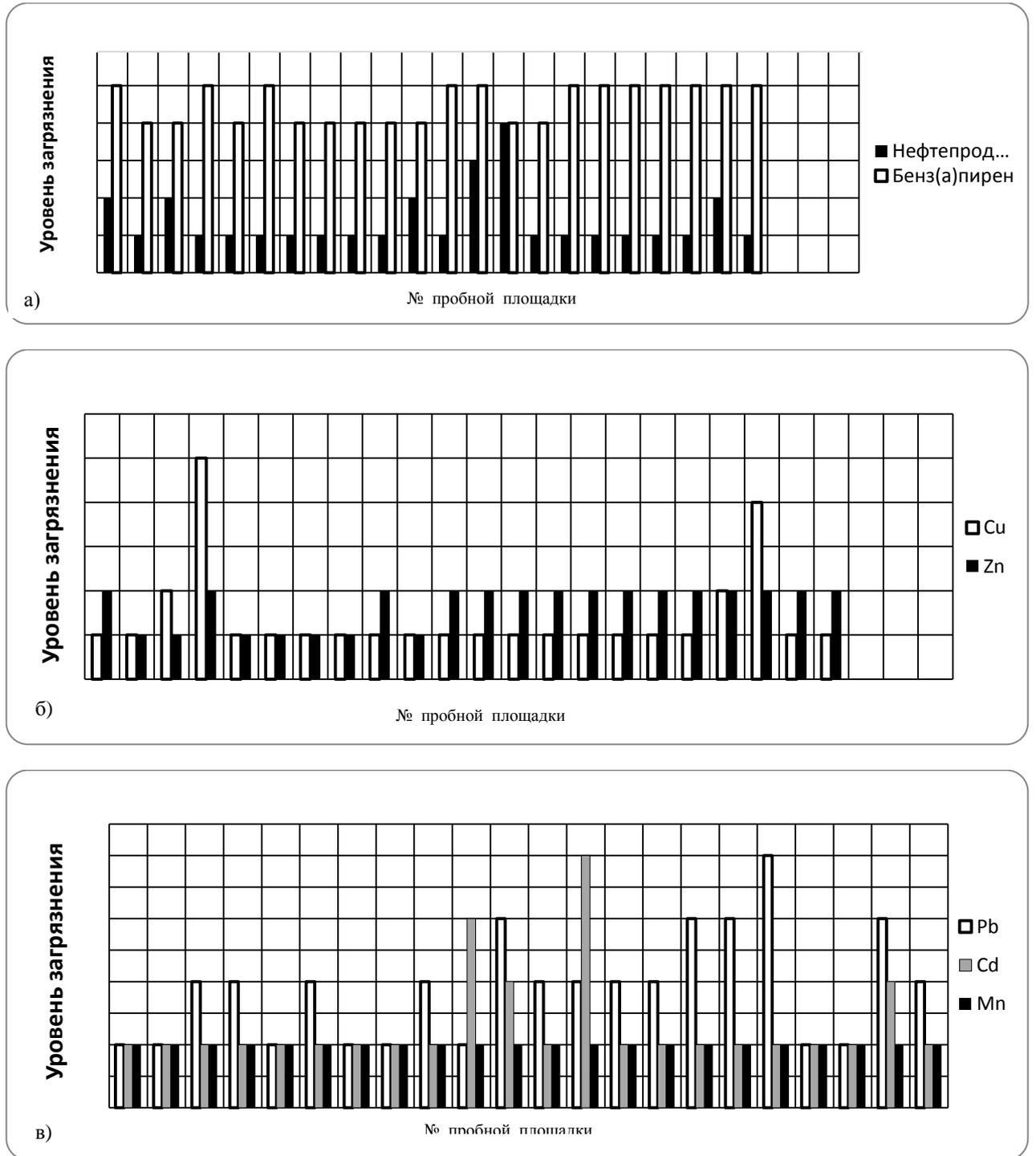


Рис. 4.8. Уровни загрязнения почв железнодорожного объекта «Три вокзала»

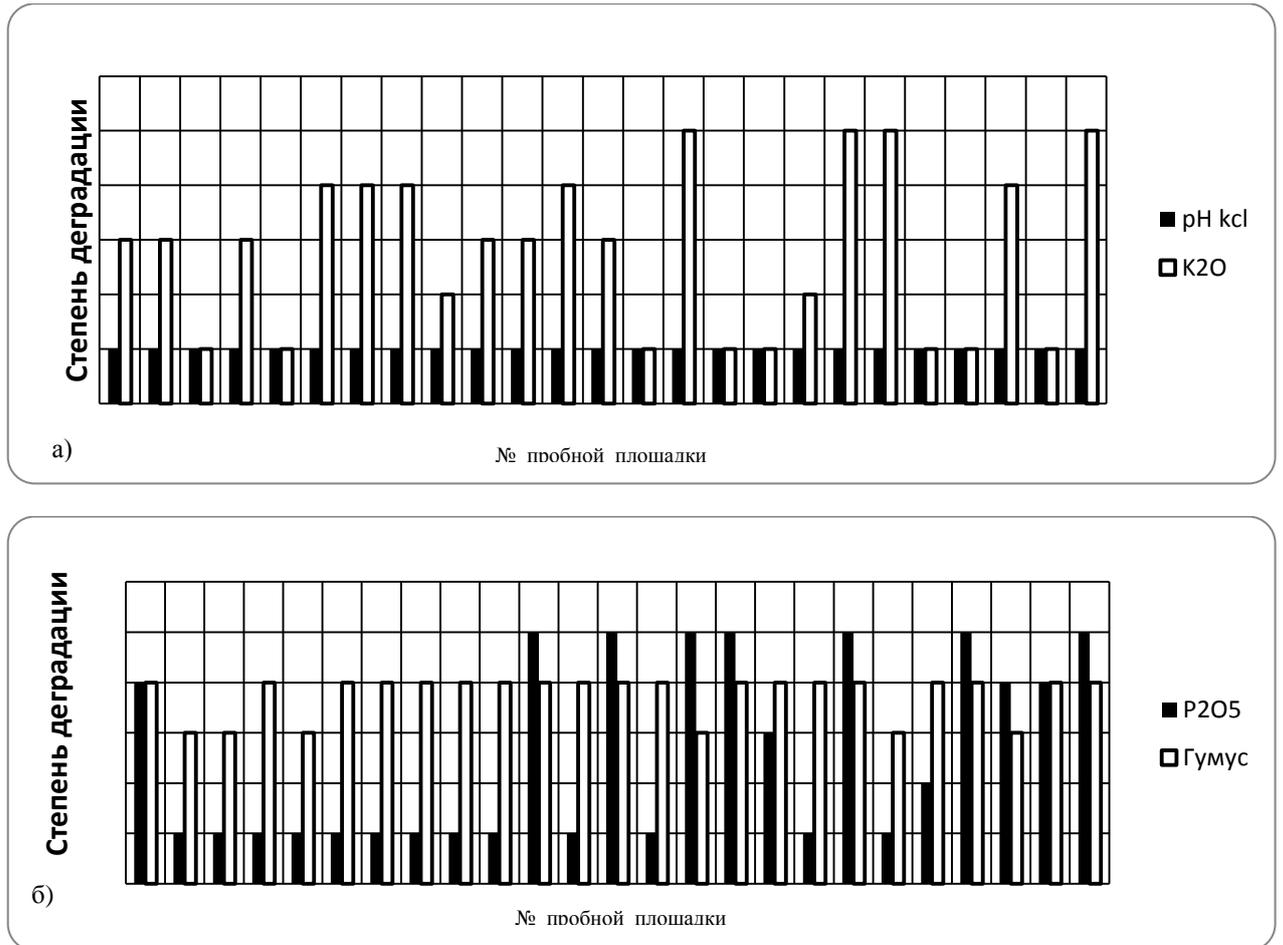


Рис. 4.9. Степени деградации почв железнодорожного объекта «Белорусский вокзал»:

- а) - по показателям изменения кислотности и содержания обменного калия;
- б) – по показателям изменения содержания доступного фосфора и уменьшения содержания гумуса

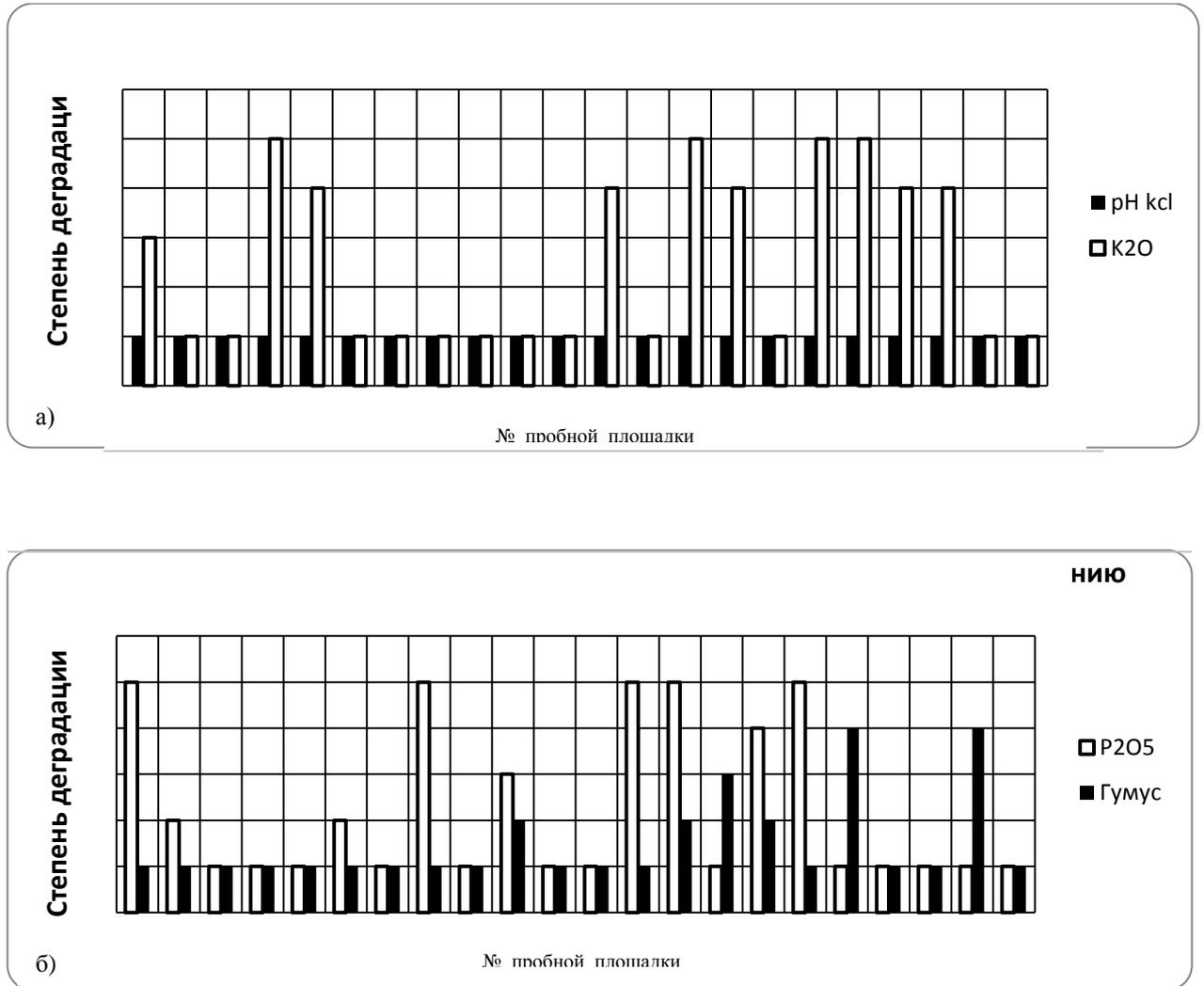


Рис. 4.10. Степени деградации почв железнодорожного объекта «Три вокзала»:

- а) - по показателям изменения кислотности и содержания обменного калия;
- б) – по показателям изменения содержания доступного фосфора и уменьшения содержания гумуса

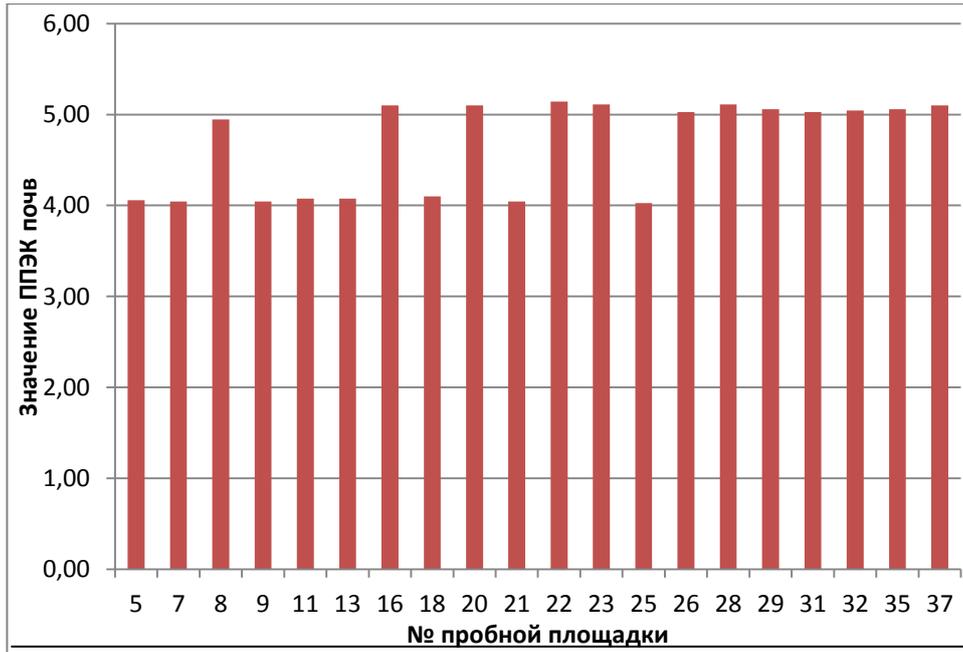


Рис. 4.11. Величины ППЭК почв железнодорожного объекта «Белорусский вокзал»

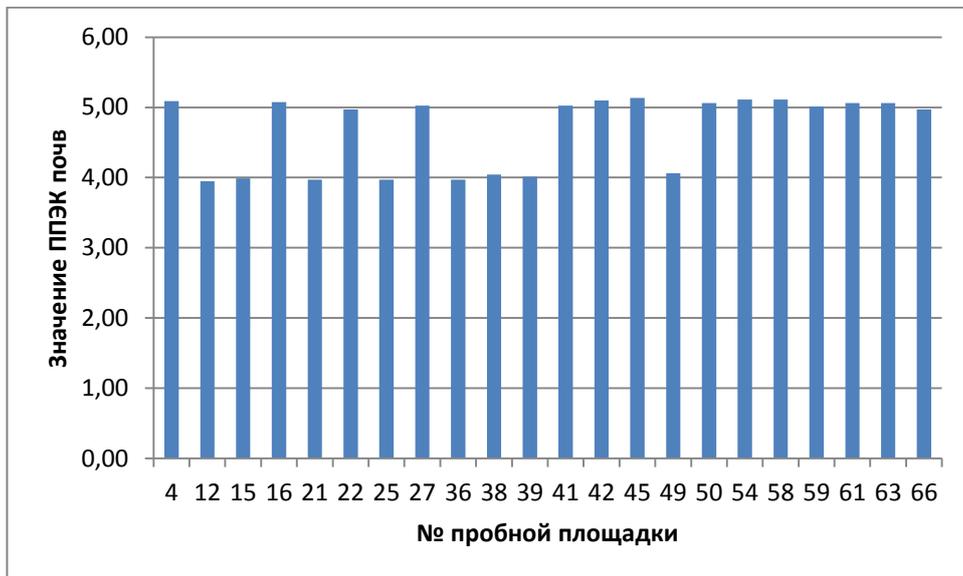


Рис. 4.12. Величины ППЭК почв железнодорожного объекта «Три вокзала»

4.4. Сопоставление техногенной измененности почв «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов».

Характерной особенностью экологической обстановки на территории железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала» является наличие огромного количества источников техногенного воздействия на эту обстановку, расположенных как в пределах, так и за пределами объектов. К числу первых относятся – движение железнодорожных составов различного назначения (пассажирских, товарных, технических), деятельность элементов инфраструктуры (вагоноремонтных депо, вагономоечных машин и т.д.). К числу вторых, прежде всего, относится влияние выбросов автомобильного транспорта, миграции загрязняющих веществ с сопредельных селитебных и промышленных зон, включая привнос бытового мусора.

Совместное воздействие указанных источников привело к тому, что средняя величина суммарного показателя загрязнения почв Z_c на территории обоих объектов соответствует категории «опасная» (рис. 4.5.), характеризуемой в соответствии с СанПиН 4266-87 «Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами» (1987) увеличением общей, в том числе детской, заболеваемости. Кроме того, высокими значениями ППЭК почв характеризуются территории и «Белорусского вокзала» (5-й уровень потери экологического качества отмечается для 60% пробных площадок), и «Трех вокзалов» (5-й уровень – для 63% пробных площадок) – рис.4.11., 4.12.

В тоже время достаточно высокие значения показателя Z_c рассчитаны и для почв участков, прилегающих к железнодорожным объектам (так называемым «фоновых» территорий) – рис. 4.5. (особенно для территории «Белорусского вокзала»). Эти значения ниже аналогичных, определенных для почв железнодорожных объектов, однако статистические достоверные различия по величине суммарного показателя загрязнения почв обнаружены только между территорией «Трех вокзалов» и соответствующими «фоновыми» участками, тогда как общая загрязненность изучаемыми тяжелыми металлами почв «Белорусского вокзала» вполне сопоставима с загрязненностью почв прилегающих территорий.

Подобная закономерность может быть связана с более высоким уровнем специфической техногенной нагрузки на территории «Трех вокзалов» по сравнению с «Белорусским вокзалом», о чем, например, свидетельствует значительная площадь первого объекта (превышающего площадь второго объекта более, чем в 3 раза) и существенное различие в количестве железнодорожных путей между объектами (10 путей для пассажирских поездов на «Белорусском вокзале», 26 путей - на «Трех вокзалах»).

Кроме того, значительная техногенная измененность почв «Трех вокзалов» по сравнению с «фоновыми» территориями подтверждается высокой магнитной восприимчивостью и содержанием отдельных загрязняющих веществ - нефтепродуктов, бенз(а)пирена, цинка, меди, кадмия и мышьяка. По сути, только по содержанию свинца почвы этого железнодорожного объекта не превосходят «фоновые» почвы. Почвы же «Белорусского вокзала» статистически достоверно отличаются от почв «фоновых» территорий в большую сторону лишь по содержанию магнитных оксидов железа, свинца и мышьяка. Таким образом, на общую высокую «техногенность» городских почв ЦАО накладывается неодинаковый уровень нагрузки, связанной с деятельностью железнодорожного объекта. На территории «Трех вокзалов» этот уровень выше, чем на «Белорусском вокзале», поэтому почвы первого объекта сильнее контрастируют с почвами «фоновых» территорий по показателям загрязненности, чем почвы второго объекта.

ГЛАВА 5. ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЙ АККУМУЛЯЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И МАГНИТНЫХ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВАХ В ПРЕДЕЛАХ ИССЛЕДУЕМЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

При наличии значительного количества источников загрязнения почв в пределах железнодорожных объектов/полос отвода железнодорожного транспорта основные загрязнители почв - органические вещества и продукты их сгорания (нефть, нефтепродукты, мазут, топливо, смазочные материалы, полициклические ароматические углеводороды) и тяжелые металлы (железо, марганец, свинец, медь, цинк, кобальт и др.) - **распространяются от железнодорожного полотна** на различные стороны (Никифорова, 1991; Павлова, 2000). Как отмечалось в главе 1 настоящей диссертации, поступление загрязняющих веществ на прилегающие территории путем смыва с поверхности транспортных магистралей осадками и перенос фракций с низким давлением паров воздушными потоками.

Для железнодорожных объектов внегородских территорий (Казанцев, 2008) или территорий, расположенных в районных и областных центрах (Каверина, 2004) отмечалось, что особенно интенсивное загрязнение почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами происходит в непосредственной близости от железнодорожного полотна – в зоне от 0 м (когда, например, углеводородное сырье проникает между шпалами в слой из песка и щебня, что приводит к уплотнению насыпи, ухудшению отвода атмосферных осадков и приводит к деформации или просадкам пути - Калинин, Сологуб, Казаков, 1986) до 20 м. Так, Н.В. Каверина (2004) для Воронежского железнодорожного узла показала, что содержание нефтепродуктов в почвах находится в обратной зависимости от расстояния до железнодорожного полотна (рис. 1.1., 1.2.).

Характерной инфраструктурной особенностью изучаемых железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала» является наличие значительного количества действующих путей на территории каждого из объектов (рис. 2.8., 2.9.). Поэтому простая картина убывания содержания токсиканта по мере удаления от одного железнодорожного полотна в нашем случае «осложняется» приближением к другому (или другим), и построение картосхемы пространственного

распределения загрязняющих веществ в почвах железнодорожного объекта может не позволить выявить детальные закономерности загрязнения почв в районе железнодорожных путей. В этой связи, в ходе выполнения диссертационной работы для каждого из объектов было проведено измерение расстояния от площадки пробоотбора до края **ближайшего** железнодорожного полотна (результаты измерения – в табл. 5.1., 5.2.). И поэтому, кроме построения картосхем пространственного распределения загрязнителей и магнитных оксидов железа в почвах, проводилось выделение зон преимущественной аккумуляции загрязняющих веществ и повышенных значений магнитной восприимчивости почв в пределах каждого железнодорожного объекта при помощи F-теста (распределение Фишера), исходя из того, что измеренное расстояние до ближайшего железнодорожного полотна – фактор воздействия на почвы. При этом очевидно следующее допущение: оценивается только воздействие от ближайшего железнодорожного полотна и, соответственно, не оценивается техногенное воздействие от других полотен и других техногенных факторов.

5.1. Выделение зон в пределах «Белорусского вокзала».

5.1.1. Магнитные оксиды железа.

По мнению А.В. Иванова (2003), ожелезнение поверхности земли можно рассматривать как одну из форм проявления техногенеза. Отходы металлургических производств входят в группу основных источников загрязнения почв техногенным железом, а техногенные оксиды железа представляют собой шарики, которые содержат магнетит и гематит (Добровольский, Гришина, 1985).

Содержание оксидов железа в почвах, например загрязненных металлургическим производством, на порядок выше, чем в незагрязненных. Это связано с вкладом сильномагнитных оксидов железа, поступающих из воздуха в виде пылевидных отходов металлургических производств.

Загрязнение почв техногенными оксидами железа изучалось зарубежными и отечественными исследователями в районе действия крупных металлургических предприятий. Исследования, выполненные в Польше, показали, что максимальное содержание сильномагнитных оксидов железа наблюдается в слое до глубины 20 –

25 см вблизи сталелитейного завода (Strzyszcz, 1988). Английские ученые выявили техногенное загрязнение магнетитом, основываясь на максимальных значениях магнитной восприимчивости (Maher, 1986). При изучении Череповецкой техногеохимической аномалии, где загрязнение почв обусловлено, в основном, соединениями железа, а комбинат черной металлургии выбрасывает пыль, О.Б. Роговой (1996) было установлено, что она на 30 – 70 % состоит из оксидов железа.

При истирании ходовой части в окружающую среду поступает пыль, содержащая тонкодисперсные сильномагнитные частицы железа, подвергающиеся в дальнейшем различным окислительно-восстановительным процессам (Строганова, Иванов, Гладышева, 2012). Выделяемая четкая зона повышенных значений магнитной восприимчивости 0-10 м (в зоне 25-56 магнитная восприимчивость почв достоверно ниже с уровнем значимости 0,05 - рис. 5.1.) как раз и свидетельствует о накоплении магнитных частиц, образующихся при механическом трении, в непосредственной близости от железнодорожного полотна. Таким образом, источником поступления сильномагнитных частиц железа в почву выступает, в том числе, и железнодорожное полотно (рельсы). Путь поступления этих частиц – воздушный.

5.1.2. Нефтепродукты.

Пути поступления различных нефтепродуктов в почвы территорий, прилегающих к железнодорожным магистралям, подробно освещены в главе 1 (раздел 1.1.3.1. «Загрязнение компонентов окружающей среды углеводородами») - накопление углеводородов в почве прижелезнодорожных территорий происходит главным образом за счет прямого смыва нефтесодержащих веществ с подвижного состава, а также при аккумуляции аэрозолей из воздуха. Кроме того, в работе Н.В. Кавериной (2004) было показано, что содержание нефтепродуктов находится в обратной зависимости от расстояния до железнодорожного полотна, а наиболее высокие концентрации нефтепродуктов в почвах отмечаются на расстоянии 0-10 (25) м от головки рельса.

В почвах территории «Белорусского вокзала» установлено накопление нефтепродуктов в почвах зоны 0-12 м и 47-56 м (рис. 5.2а.). Аккумуляция

углеводородов в непосредственной близости от полотна вполне закономерна. Повышение концентрации нефтепродуктов на достаточном удалении от железнодорожного полотна можно объяснить воздействием объектов инфраструктуры, расположенных как в пределах территории «Белорусского вокзала», так и за ее пределами. Последнее подтверждается отсутствием статистически достоверного различия по содержанию нефтепродуктов между почвами железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» и почвами соответствующих «фоновых» территорий (табл. 3.15.).

Кроме того, накопление нефтепродуктов на определенном удалении от железнодорожного полотна подтверждается и картосхемой пространственного распределения нефтепродуктов в почвах «Белорусского вокзала» (рис. 5.2б.).

5.1.3. Бенз(а)пирен.

Канцерогенное вещество бенз(а)пирен является одним из «долгоживущих» полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и образуется практически при любых режимах горения.

В ранее проведенных исследованиях (Каверина, 2004) было установлено накопление бенз(а)пирена в почвах объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, так как именно на железной дороге используются технологические процессы, связанные со сжиганием углеводородного топлива (сжигание мазута, дизельного топлива и т.д.). Распределение бенз(а)пирена в почвах в пределах «Белорусского вокзала» подтвердило эту закономерность: в непосредственной близости от железнодорожного полотна - 0-12 м - (максимальное приближение к источникам горения топлива) отмечается накопление данного канцерогена (рис. 5.3а.). На расстоянии 25-56 м от ближайшего железнодорожного полотна происходит достоверное снижение содержания бенз(а)пирена в почвах. К аналогичному заключению можно прийти при изучении картосхемы пространственного распределения бенз(а)пирена в почвах «Белорусского вокзала» (рис. 5.3б.).

5.1.4. Тяжелые металлы.

Медь

Поступление меди в почвы железнодорожных объектов происходит главным образом при трении токоприемника (пантографа) о контактные провода (медные, низколегированные, бронзовые, сталемедные биметаллические, медные многопроволочные, сталемедные биметаллические многопроволочные и др.), а также трении узлов железнодорожного транспорта. В этой связи вполне закономерным является тот факт, что содержание меди в почвах зоны 0-12 м статистически достоверно выше содержания меди в почвах зоны 25-56 м (рис. 5.4а.). Это подтверждается и результатами изучения пространственного распределения меди в почвах данного железнодорожного объекта (рис. 5.4б.), и ранее проведенными исследованиями поведения тяжелых металлов в почвах полосы отвода железнодорожного транспорта (Казанцев, 2007).

В то же время, среднее содержание меди в почвах обеих зон соответствует второму уровню загрязнения (54,97 мг/кг для зоны 0-12 м и 40,52 мг/кг для зоны 25-56 м).

Свинец

Для содержания свинца в почвах в пределах железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» наблюдается такая же закономерность, как и для содержания меди: повышенная концентрация в зоне 0-12 м и пониженная – в зоне 25-56 м (рис. 5.5а.). В то же время необходимо отметить, что поступление свинца в почву здесь не связано с истиранием контактных проводов, а обусловлено сжиганием различных видов топлива и пылением грузов (в том числе горных руд, перевозимых открытым способом), содержащих свинец.

В целом, установленная закономерность подтверждается изучением пространственного распределения содержания свинца в почвах «Белорусского вокзала» (рис. 5.5б.).

Цинк

Повышенное содержание цинка обнаружено в зоне 25-56 м, в зоне 0-12 м отмечается некоторое снижение содержания этого тяжелого металла (рис. 5.6а.). В то же время, картосхема пространственного распределения цинка в почвах

«Белорусского вокзала» не выявляет существенных зон аккумуляции этого токсиканта по территории железнодорожного объекта (рис. 5.6б.). Отмеченные закономерности в распределении цинка по территории «Белорусского вокзала» могут быть обусловлены как обработкой цинксодержащими пестицидами насаждений полосы отвода, удаленной от железнодорожного полотна (табл. 3.16.), так и использованием металлической сетки для укрепления склонов железнодорожных насыпей. Кроме того, здесь возможно воздействие выбросов автомобильного транспорта «фоновых» территорий (об этом свидетельствует отсутствие статистически достоверного различия между почвами объекта и «фона» по содержанию цинка – табл. 3.15.).

Кадмий

По содержанию тяжелого металла первого класса опасности кадмия не выделяются статистически значимо различающиеся зоны повышенных/пониженных значений (рис. 5.7а.) Отсутствие четко выраженных аккумуляций кадмия может быть связано с незначительным масштабом выбросов этого химического элемента при функционировании объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта. Кроме того, в этих условиях сильнее проявляется «выравнивающее» действие городских условий (рис. 5.7б.).

Мышьяк

Для высокотоксичного химического элемента мышьяка, относящегося к первому классу опасности, также как и для цинка, не выявляются зоны аккумуляции в пределах железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» (рис. 5.8.). В то же время, наличие статистически достоверного различия между почвами объекта и почвами «фона» по содержанию мышьяка свидетельствует о том, что его некоторое накопление в пределах «Белорусского вокзала» связано со специфической деятельностью на этой территории, которая пространственно локализована в степени, недостаточной для четкой дифференциации по содержанию токсического вещества.

5.2. Выделение зон в пределах «Трех вокзалов».

5.2.1. Магнитные оксиды железа.

Для территории железнодорожного объекта «Три вокзала» наблюдается такая же закономерность в распределении магнитных оксидов железа, как и для «Белорусского вокзала»: накопление частиц в непосредственной близости от железнодорожного полотна (в данном случае – 0-8 м) и статистически достоверное снижение магнитной восприимчивости почв на определенном удалении от полотна (зона 10-25 м) – рис. 5.9. Таким образом, магнитная восприимчивость почв является одним из наиболее достоверных показателей специфической деятельности объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта и, прежде всего, - механического истирания рельсов, ходовой части подвижного состава.

5.2.2. Нефтепродукты.

Несмотря на то, что почвы железнодорожного объекта и «фона» по содержанию нефтепродуктов достоверно отличаются друг от друга (табл. 3.19), в самой непосредственной близости от железнодорожного полотна (зона 0-3 м) отмечается снижение содержания углеводов, а затем (зона 4-25 м) происходит статистически достоверное увеличение их содержания (рис. 5.10а). Максимальное содержание нефтепродуктов в зоне 4-25 м составляет 2358,4 мг/кг.

Эффект накопления нефтепродуктов в почвах на определенном удалении от железнодорожного полотна отмечался и для почв «Белорусского вокзала».

5.2.3. Бенз(а)пирен.

Закономерности распределения канцерогенного вещества бенз(а)пирена в пределах железнодорожного объекта «Три вокзала» такие же, как и в пределах железнодорожного объекта «Белорусский вокзал»: в непосредственной близости от железнодорожного полотна отмечается увеличение содержания бенз(а)пирена, далее расположена зона, где содержание бенз(а)пирена статистически достоверно уменьшается (рис. 5.11а). Рост содержания бенз(а)пирена в непосредственной близости от железнодорожного полотна подтверждается и соответствующей картосхемой (рис. 5.11б.).

5.2.4. Тяжелые металлы.

Медь

По содержанию меди четко выделяются две зоны: 0-3 м, где диагностируется накопление этого тяжелого металла, и 4-25 м, где происходит снижение его концентрации (рис. 5.12.). Таким образом, тенденция роста содержания меди в почвах по мере приближения к ближайшему железнодорожному полотну, выявленная для «Белорусского вокзала», подтверждается и для «Трех вокзалов», что является вполне закономерным, учитывая источник поступления меди в почвы железнодорожных объектов (трение токоприемника о контактные медьсодержащие провода).

Свинец

По содержанию тяжелого металла 1-го класса опасности свинца в почвах территория железнодорожного объекта «Три вокзала» четко не дифференцирована на отдельные зоны (рис. 5.13.), притом, что уровень загрязнения этим токсикантом, рассчитанный по средним значениям содержания, здесь такой же, как и для «Белорусского вокзала» (низкий) – рис. 3.4., 3.5. Приблизительно такие значения концентраций свинца отмечаются и для «фоновых» территорий, прилегающих к «Трем вокзалам», поэтому почвы данного железнодорожного объекта не достоверно отличаются от почв «фона» (табл. 3.19.).

Таким образом, вероятность загрязнения почв в различных частях территории железнодорожного объекта, испытывающей длительное время как «специфическое железнодорожное», так и «неспецифическое общегородское» воздействия, приблизительно одинакова. Возможно, это доказывает, что свинец в почвах объектов железнодорожной инфраструктуры появляется в большей степени от пыления, развевания открытым способом перевозимых горных пород и других свинецсодержащих материалов, чем от истирания контактных проводов, сгорания топлива и т.д.

Цинк

В распределении цинка в почвах в пределах «Трех вокзалов» наблюдается такая же закономерность, как и для свинца – отсутствие зон аккумуляции токсиканта, связанных с расстоянием до ближайшего железнодорожного полотна

(рис. 5.14.). В определенной степени повторилась ситуация, установленная для «Белорусского вокзала», когда накопление цинка в почвах не отмечалось вблизи от железнодорожного полотна (правда, на территории «Белорусского вокзала» было определено некоторое накопление на достаточном удалении от полотна).

Кадмий

В отличие от «Белорусского вокзала», на территории «Трех вокзалов» выделяются статистически значимо различающиеся зоны повышенных/пониженных значений: в непосредственной близости от железнодорожного полотна содержание кадмия статистически достоверно выше, чем на определенном удалении (рис. 5.15.). Уровень загрязнения этим токсикантом, рассчитанный по средним значениям содержания, - низкий (рис. 3.5.); источником поступления кадмия на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта могут быть никель-кадмиевые аккумуляторы, устанавливаемые на вагонах и локомотивах РЖД (<http://ru.convdocs.org/docs/index-72601.html?page=4>).

Мышьяк

Как и в случае с «Белорусским вокзалом» для железнодорожного объекта «Три вокзала» не выявляются зоны аккумуляции мышьяка в почвах (рис. 5.16.). Кроме того, почвы «Трех вокзалов» (как и в случае с «Белорусским вокзалом») достоверно отличаются от почв «фона» по содержанию мышьяка (табл. 3.19.), что подтверждает предположение о специфической деятельности на этой территории, сопровождающейся накоплением мышьяка.

5.3. Выделение зон, характеризующихся повышенными/пониженными значениями величины суммарного показателя загрязнения почв Z_c в пределах обоих железнодорожных объектов.

И для «Белорусского вокзала», и для «Трех вокзалов» не обнаружено зон, характеризующихся повышенными/пониженными значениями величины суммарного показателя загрязнения почв Z_c в зависимости от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна - рис. 5.17., 5.18. (следует напомнить о том, что расчет Z_c проводился на основе сведений о содержании только тяжелых

металлов). При этом, для «Трех вокзалов» слабая тенденция к увеличению величины Z_c в непосредственной близости от края железнодорожного полотна все же наблюдается (рис. 5.18.).

Поведение Z_c в пределах каждого объектов вполне объяснимо: самые четкие зоны накопления (или «дефицита») наблюдаются для магнитных оксидов железа, нефтепродуктов и бенз(а)пирена – веществ, не учитываемых при расчете величины суммарного загрязнения почв (рис. 5.19.).

5.4. Общие закономерности выделения зон преимущественной аккумуляции загрязняющих веществ и магнитных оксидов железа в почвах в пределах исследуемых железнодорожных объектов.

Выявляются следующие особенности распределения различных загрязняющих веществ и магнитных оксидов в пределах изучаемых железнодорожных объектов (рис. 5.1. – 5.19):

1) на территории обоих объектов отмечается рост содержания магнитных оксидов железа, бенз(а)пирена и меди в непосредственной близости от края железнодорожного полотна; при этом магнитные оксиды железа и медьсодержащие частицы появляются в почве в результате истирания рельсов, ходовой части железнодорожного транспорта, трения токоприемника о контактные провода; появление бенз(а)пирена связано со сжиганием углеводородного топлива (мазута и т.д.);

2) обнаружены накопления нефтепродуктов в почвах обоих объектов, расположенные на значительном удалении от железнодорожного полотна, что может обусловлено наличием значительного количества источников поступления нефтепродуктов в почвы, расположенных как внутри, так и за пределами железнодорожных объектов;

3) установленные И.В. Казанцевым (2007) для почв полосы отвода Самарской железной дороги накопления тяжелых металлов в непосредственной близости от железнодорожного полотна в почвах железнодорожных объектов мегаполиса часто не фиксируются, что может быть связано, в том числе, и

значительным уровнем техногенной нагрузки на почвенный покров, характерным для больших городов.

Табл. 5.1. Расстояние от площадки пробоотбора до края ближайшего железнодорожного полотна («Белорусский вокзал»)

№ пробной площадки	Расстояние, м	№ пробной площадки	Расстояние, м	№ пробной площадки	Расстояние, м
1	3	16	35	31	7
2	1	17	55	32	7
3	7	18	54	33	6
4	12	19	52	34	4
5	40	20	56	35	4
6	47	21	56	36	3
7	3	22	4	37	4
8	4	23	10	38	26
9	1	24	8	9`	2
10	10	25	7	10`*	2
11	5	26	8	11`	3
12	5	27	8	13`	8
13	3	28	8	13``	1
14	25	29	4	15``	1
15	32	30	5	37`	1

Табл. 5.2. Расстояние от площадки пробоотбора до края ближайшего железнодорожного полотна («Три вокзала»)

№ пробной площадки	Расстояние, м	№ пробной площадки	Расстояние, м	№ пробной площадки	Расстояние, м
1	15	25	2	49	14
2	11	26	5	50	5
3	5	27	1	51	10
4	20	28	3	52	8
5	11	29	13	53	5
6	1	30	14	54	2
7	1	31	9	55	3
8	23	32	14	56	1
9	1	33	8	57	2
10	1	34	4	58	4
11	1	35	10	59	1
12	1	36	12	60	2
13	2	37	17	61	1
14	7	38	4	62	1
15	25	39	13	63	6
16	5	40	14	64	1
17	4	41	1	65	2
18	12	42	8	66	1
19	2	43	11	67	1
20	7	44	5	68	5
21	10	45	4	69	23
22	1	46	1	70	3
23	1	47	12		
24	14	48	7		

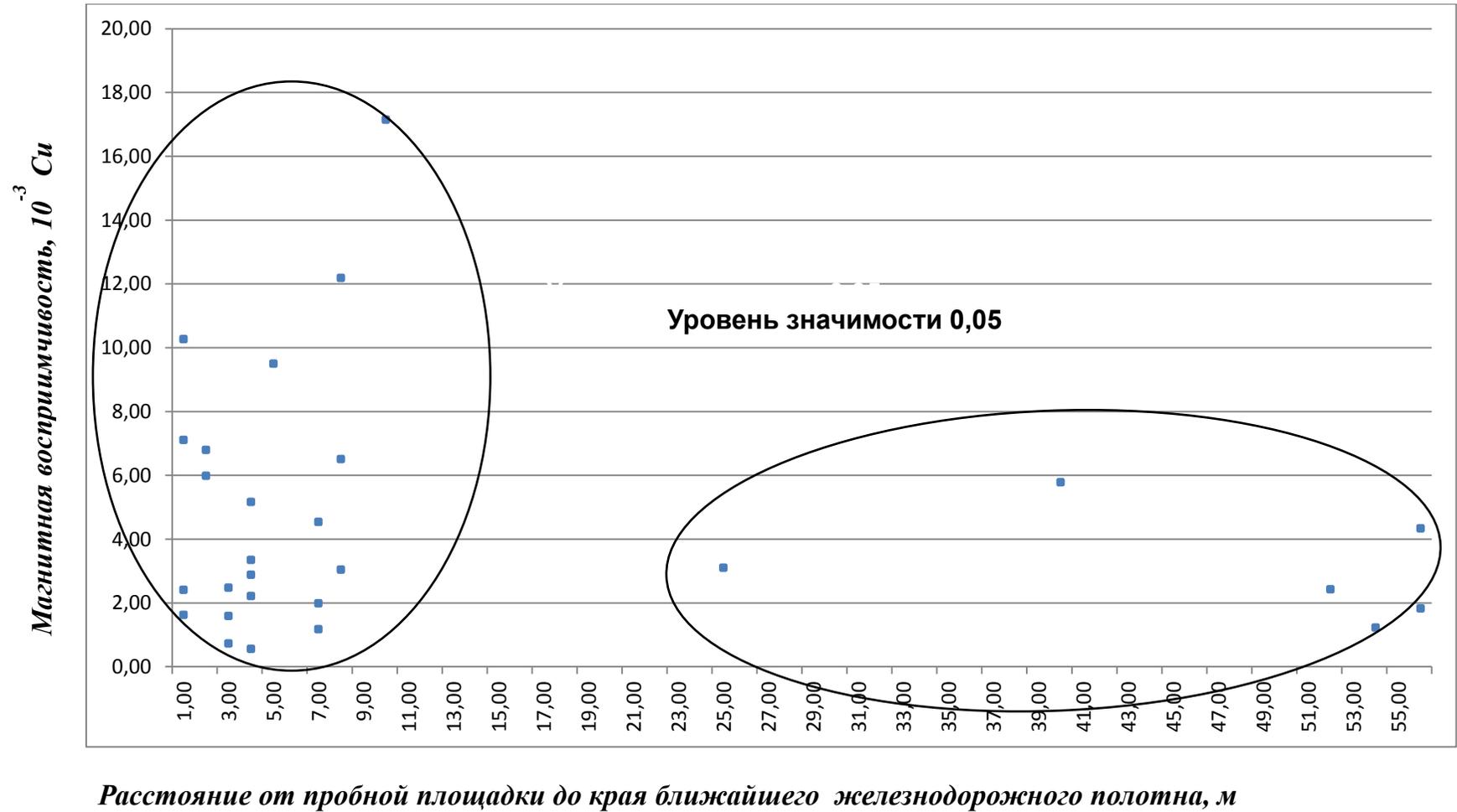


Рис. 5.1. Зависимость показателя магнитной восприимчивости почв от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна («Белорусский вокзал»)

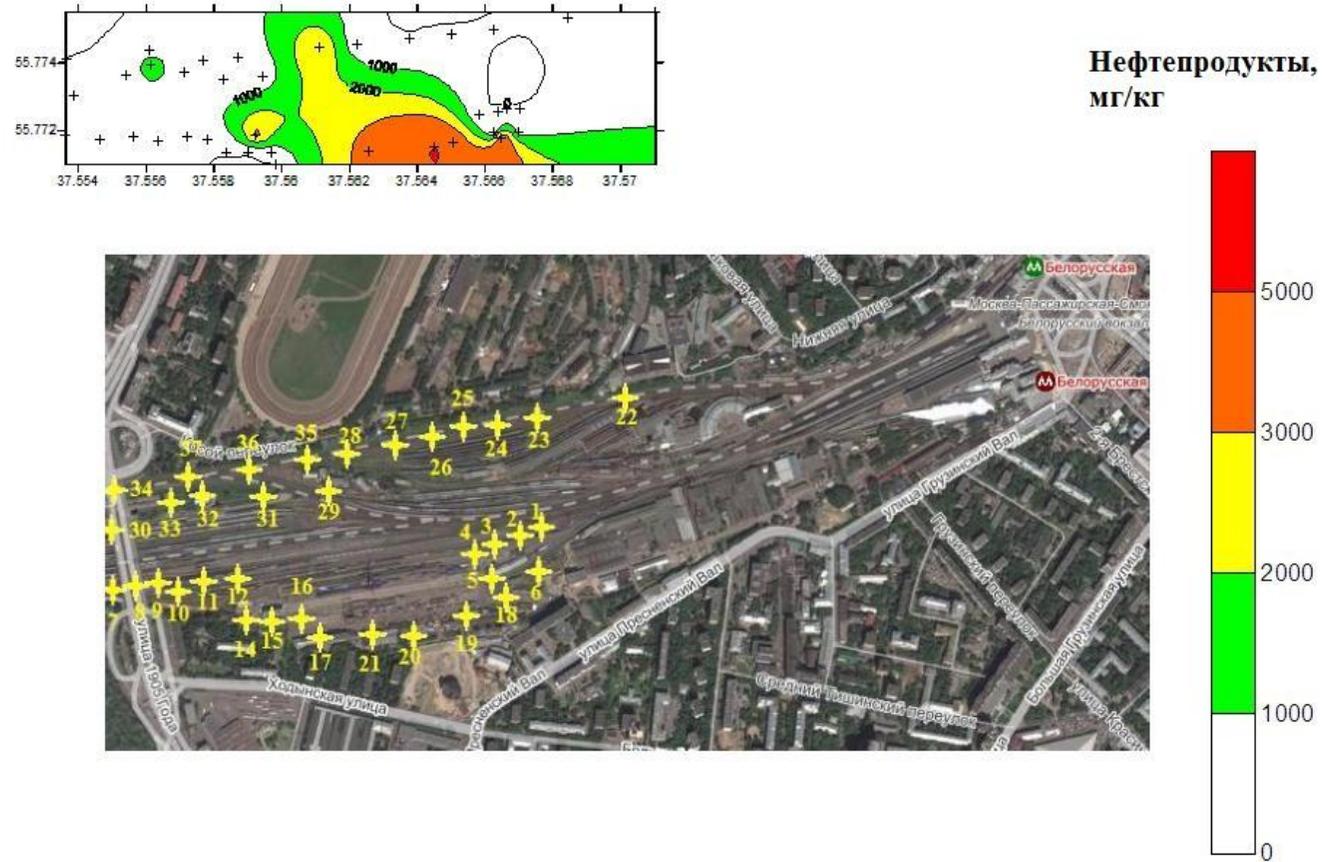


Рис. 5.26. Пространственное распределение нефтепродуктов в почвах «Белорусского вокзала»

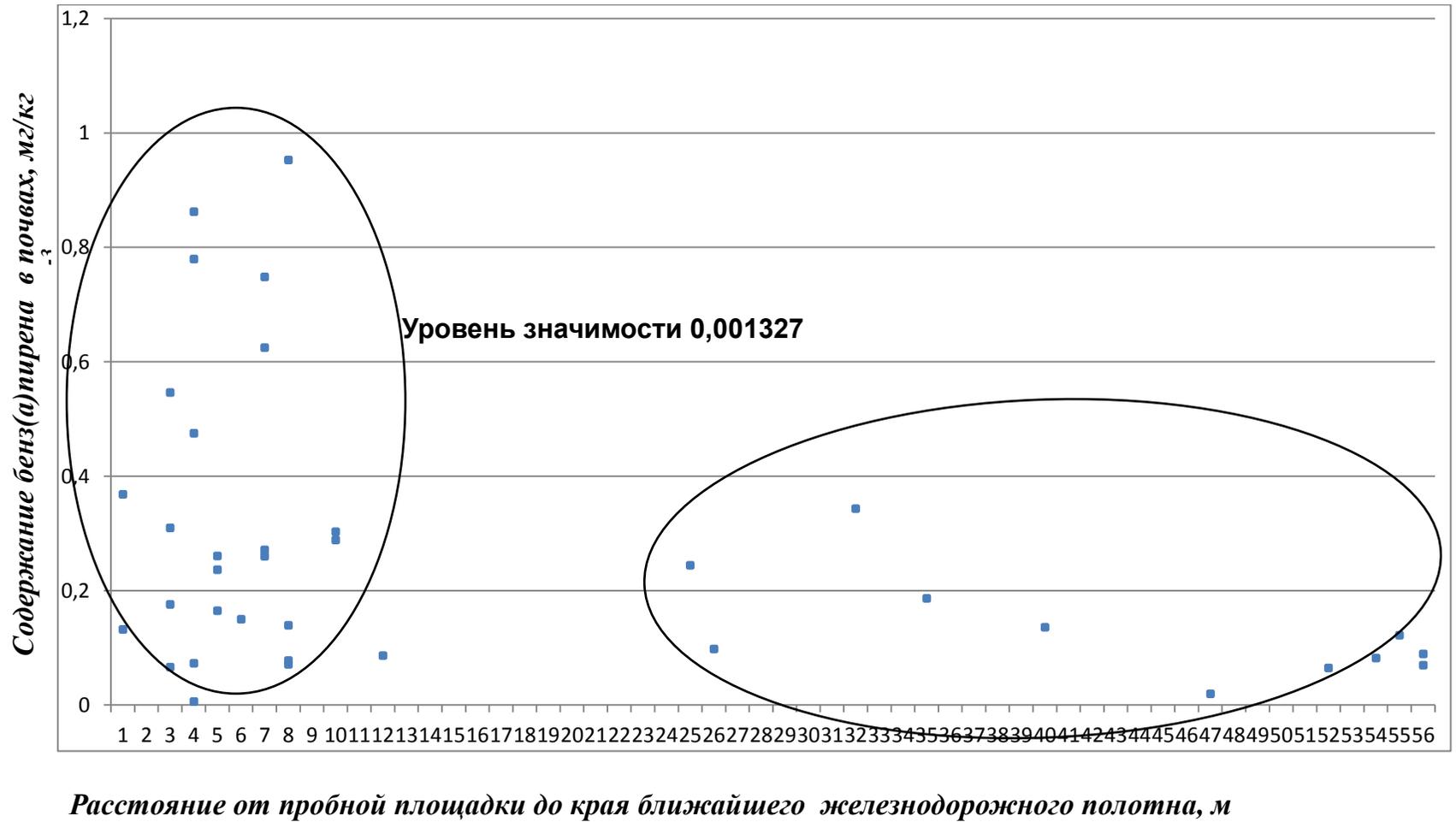


Рис. 5.3а. Зависимость содержания бенз(а)пирена в почвах «Белорусского вокзала» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

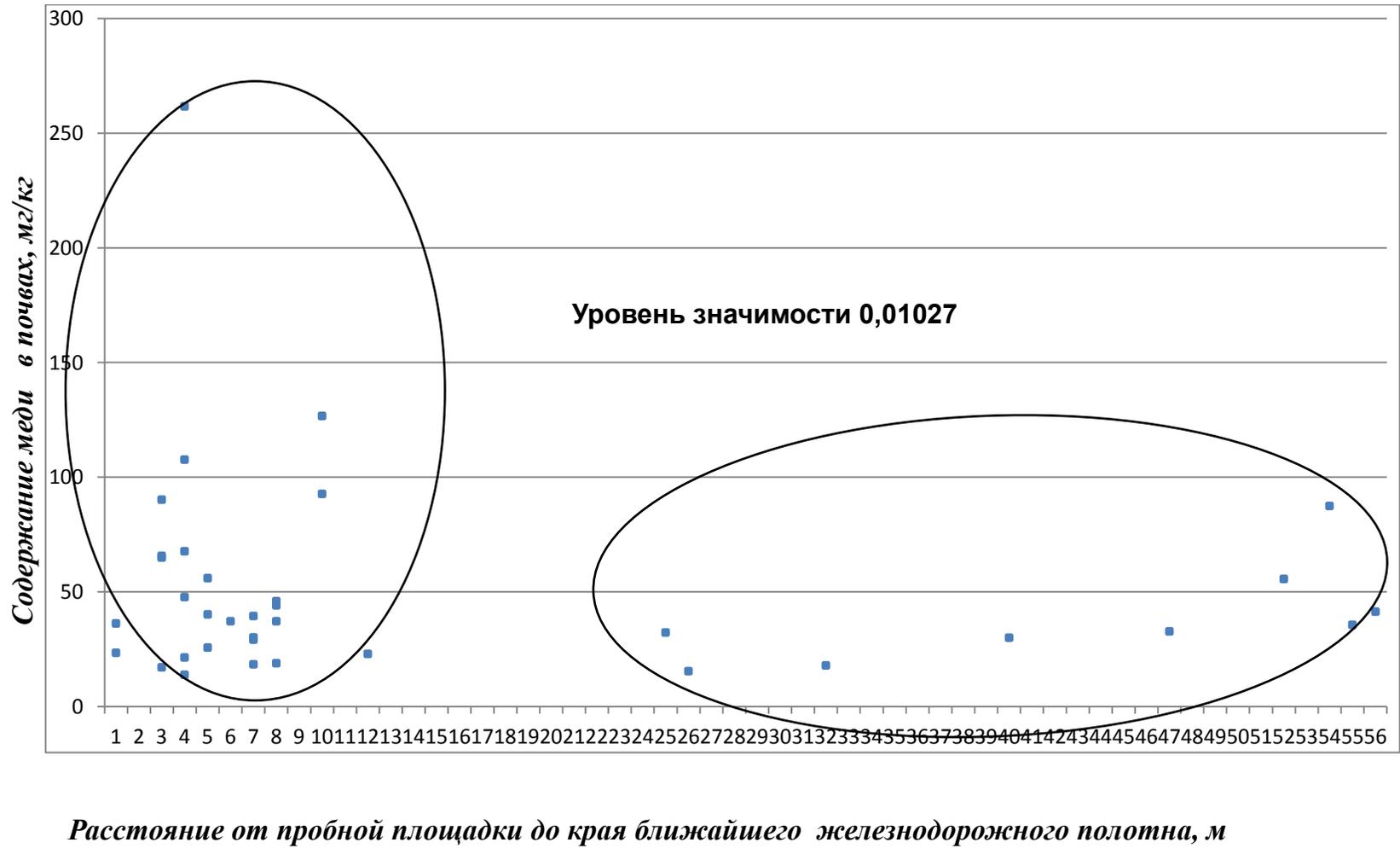


Рис. 5.4а. Зависимость содержания меди в почвах «Белорусского вокзала» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

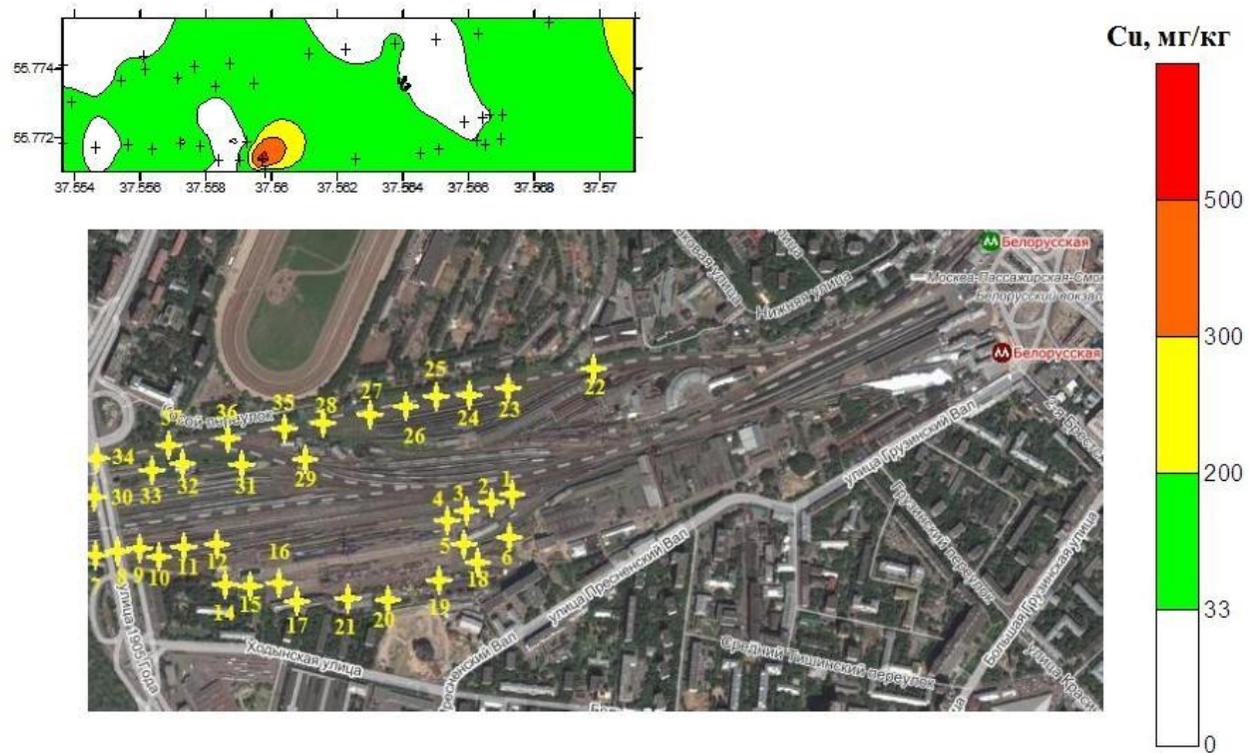


Рис. 5.46. Пространственное распределение меди в почвах «Белорусского вокзала»

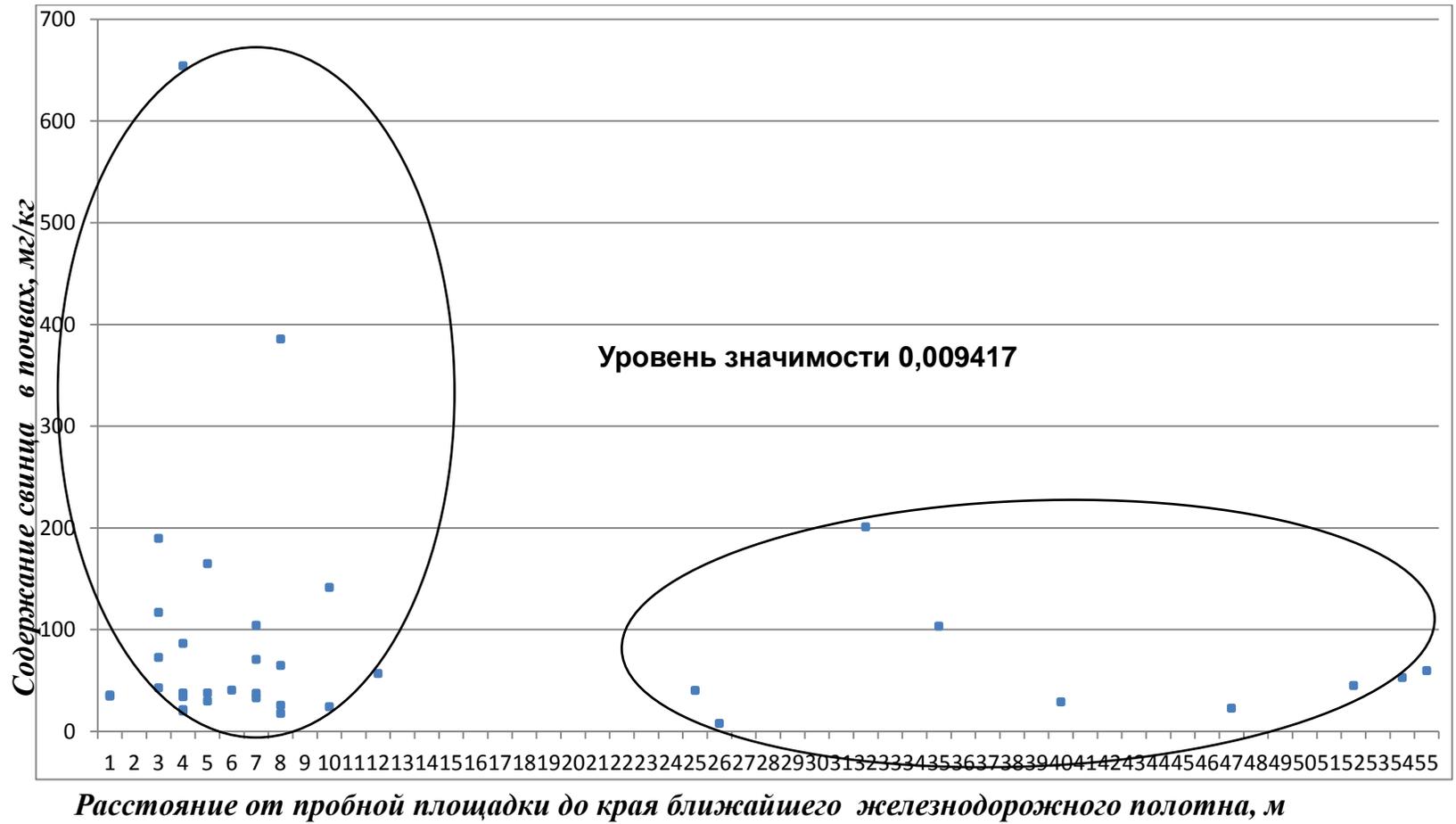


Рис. 5.5а. Зависимость содержания свинца в почвах «Белорусского вокзала» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

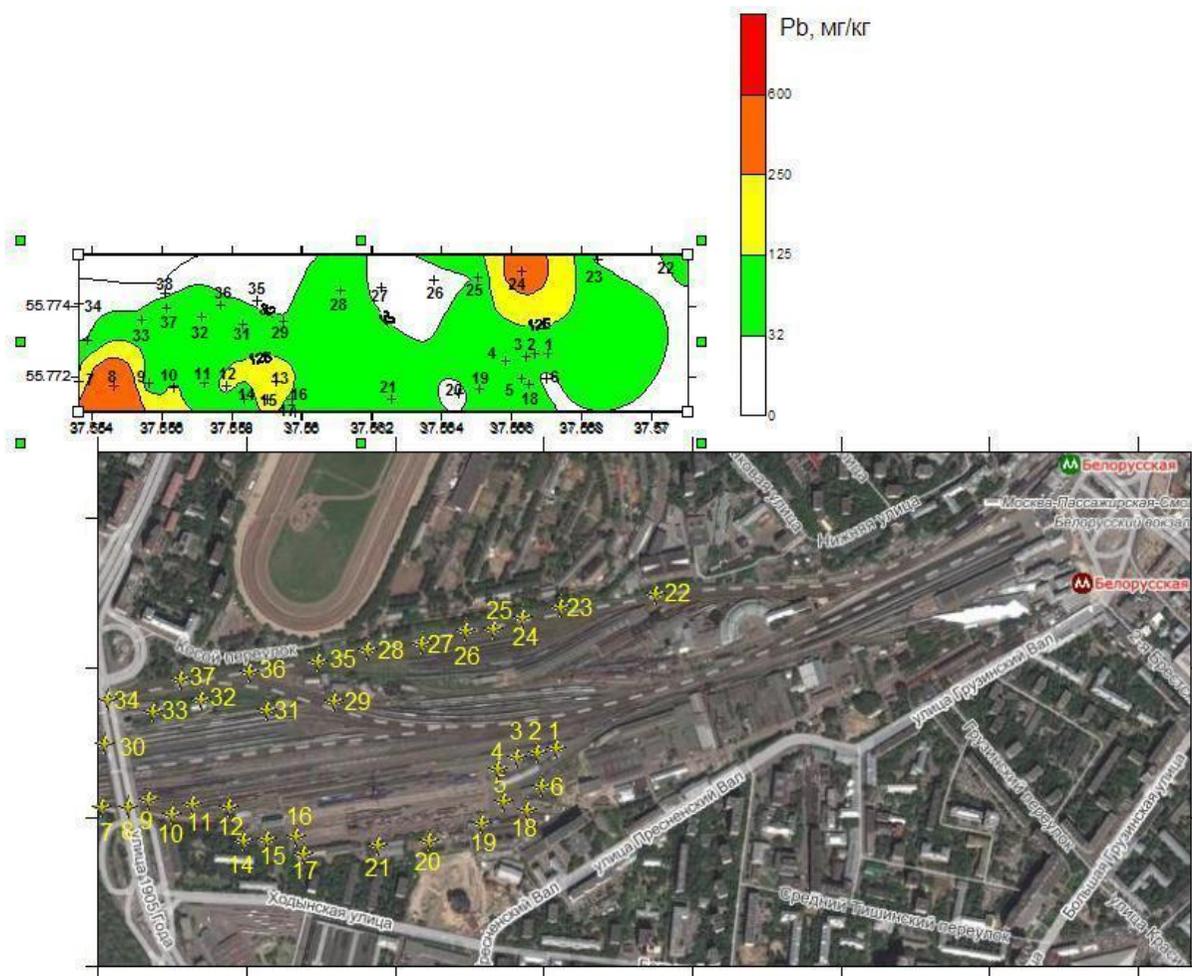


Рис. 5.56. Пространственное распределение свинца в почвах «Белорусского вокзала»

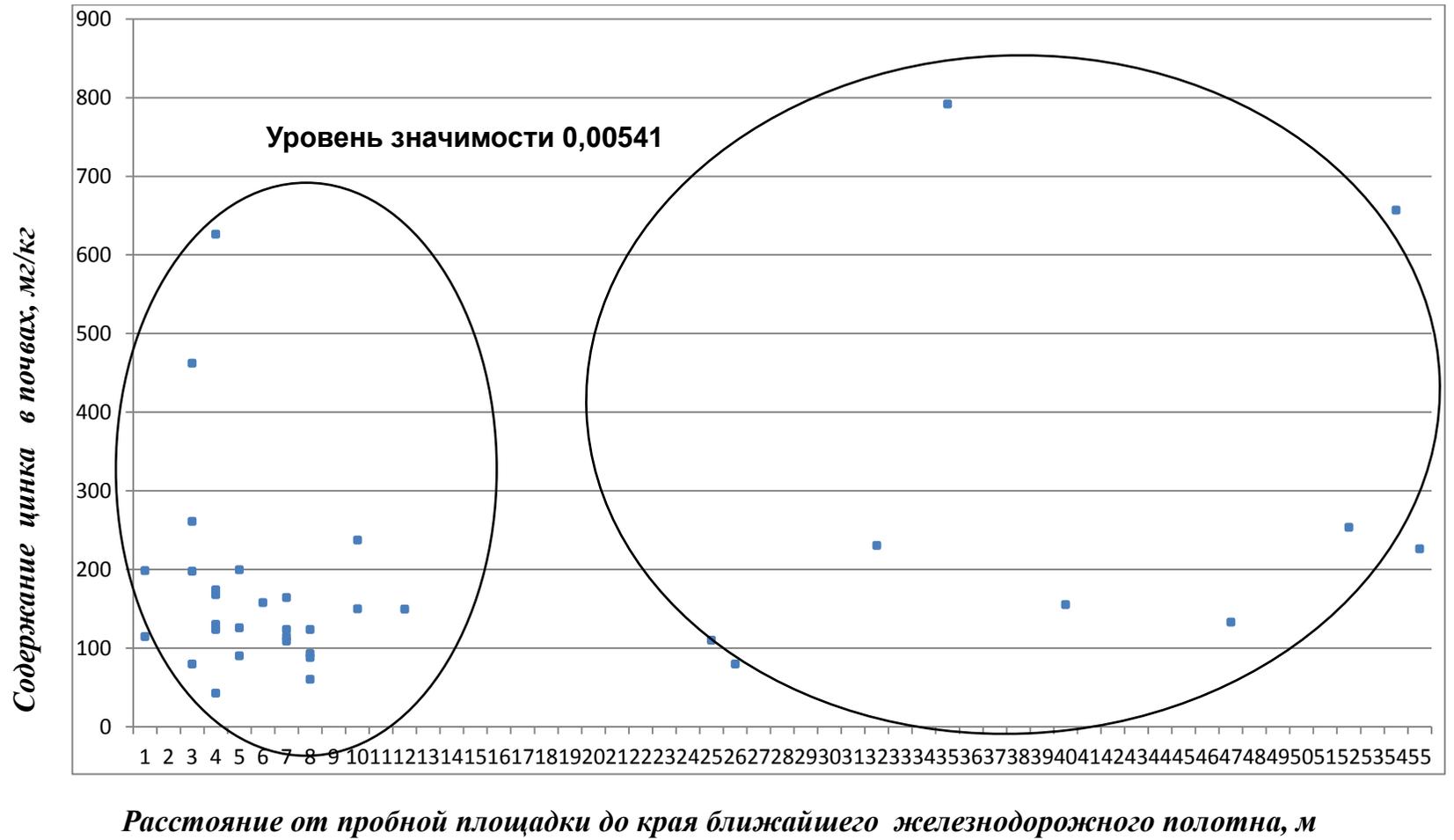


Рис. 5.6а. Зависимость содержания цинка в почвах «Белорусского вокзала» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

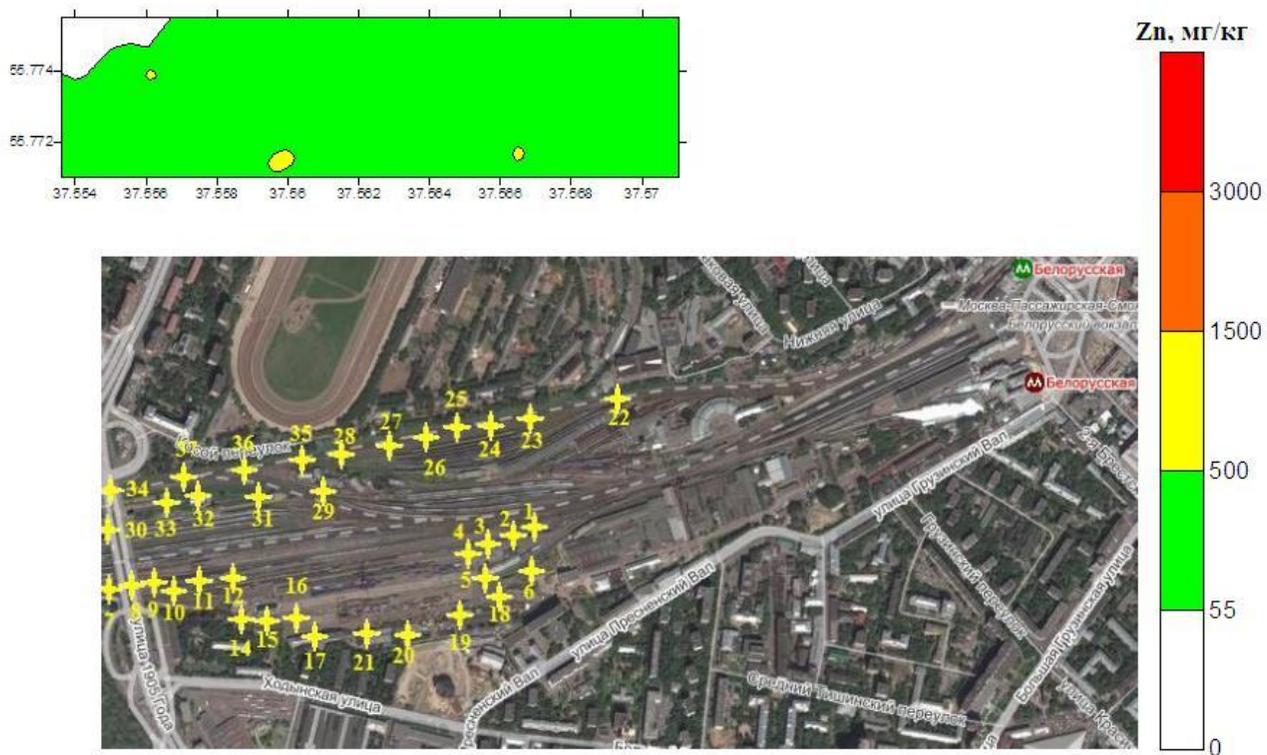


Рис. 5.66. Пространственное распределение цинка в почвах «Белорусского вокзала»

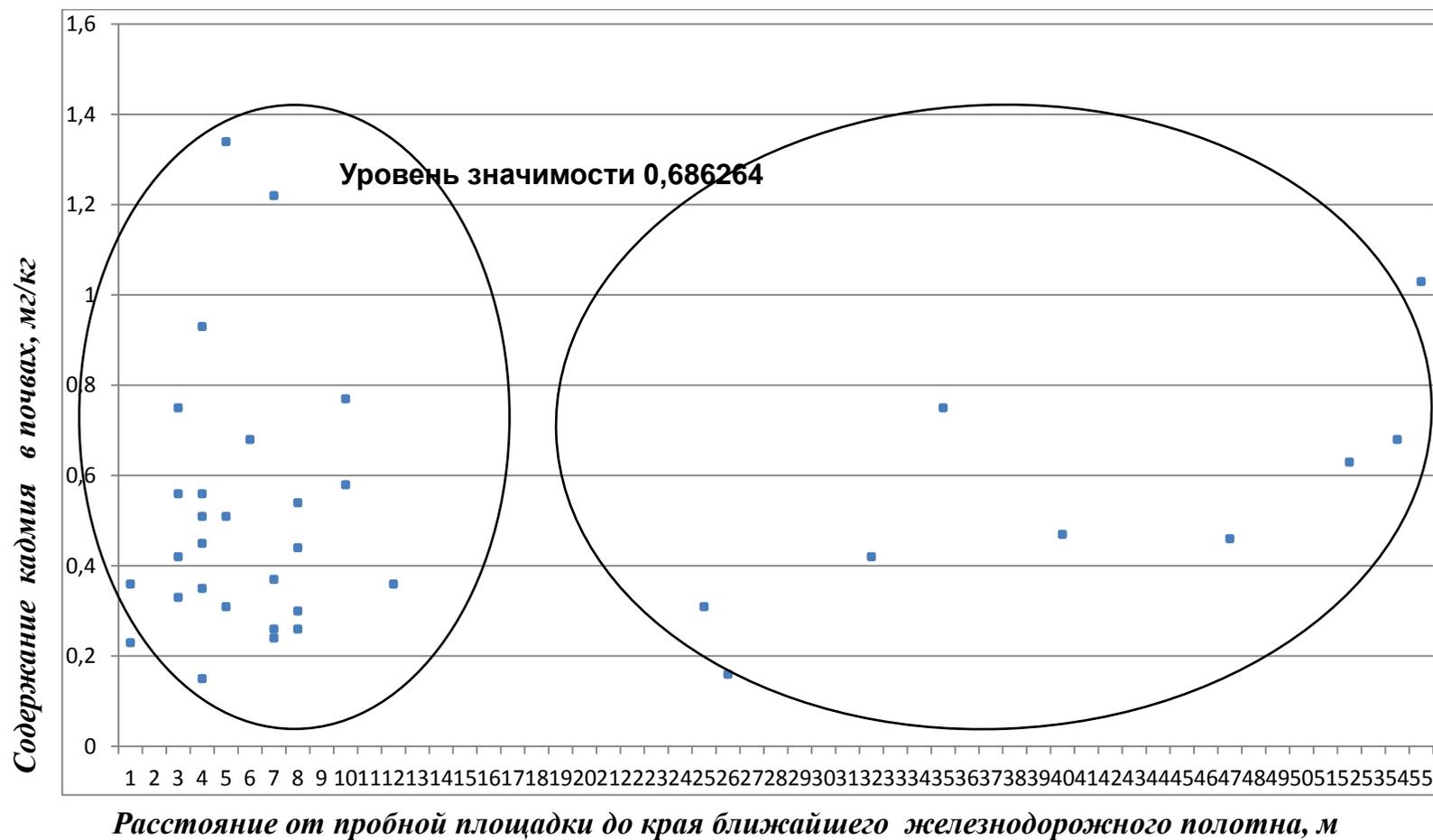


Рис. 5.7а. Зависимость содержания кадмия в почвах «Белорусского вокзала» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

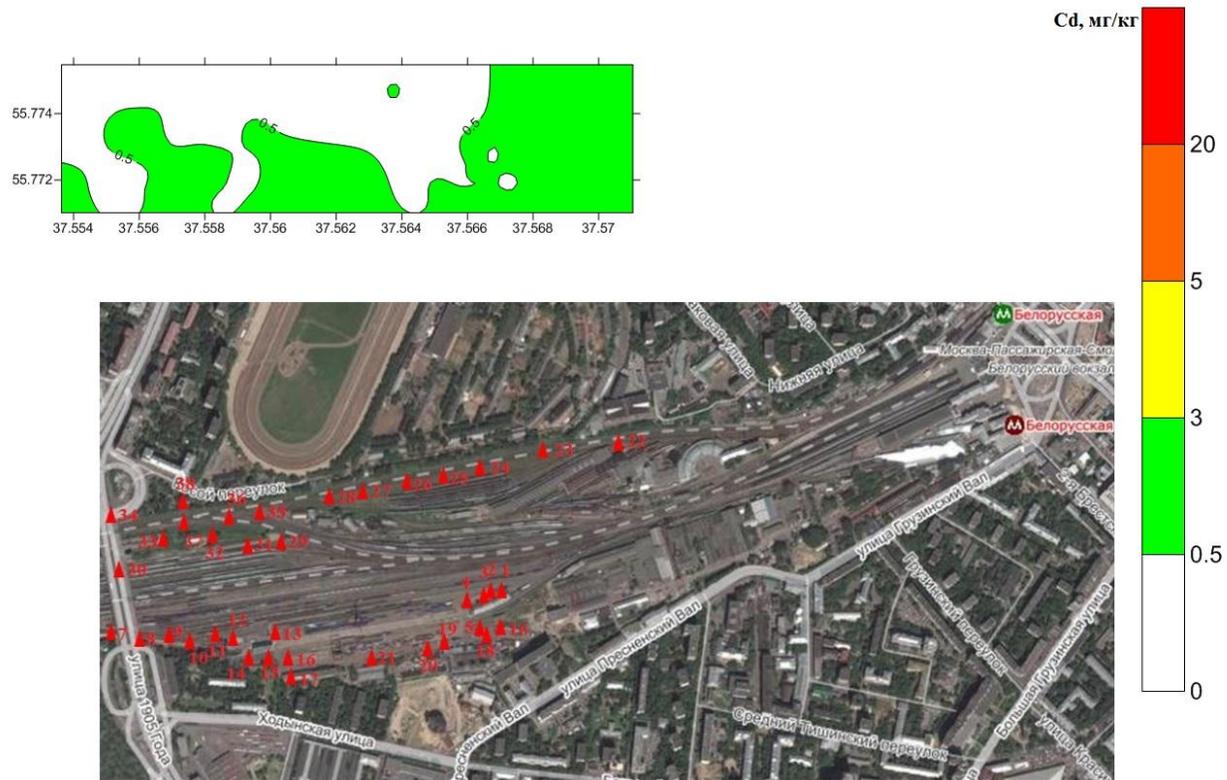


Рис. 5.76. Пространственное распределение кадмия в почвах «Белорусского вокзала»

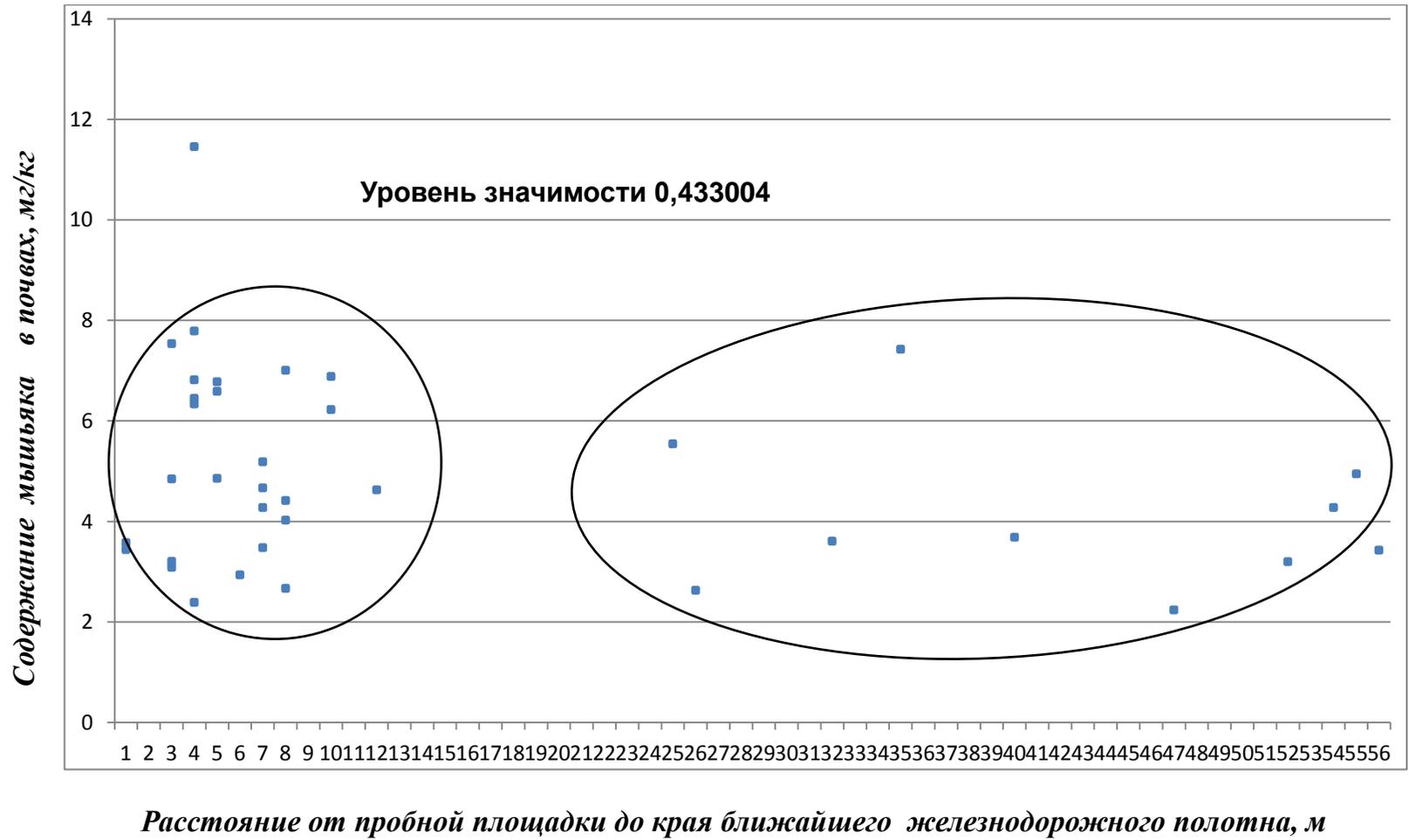


Рис. 5.8. Зависимость содержания мышьяка в почвах «Белорусского вокзала» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

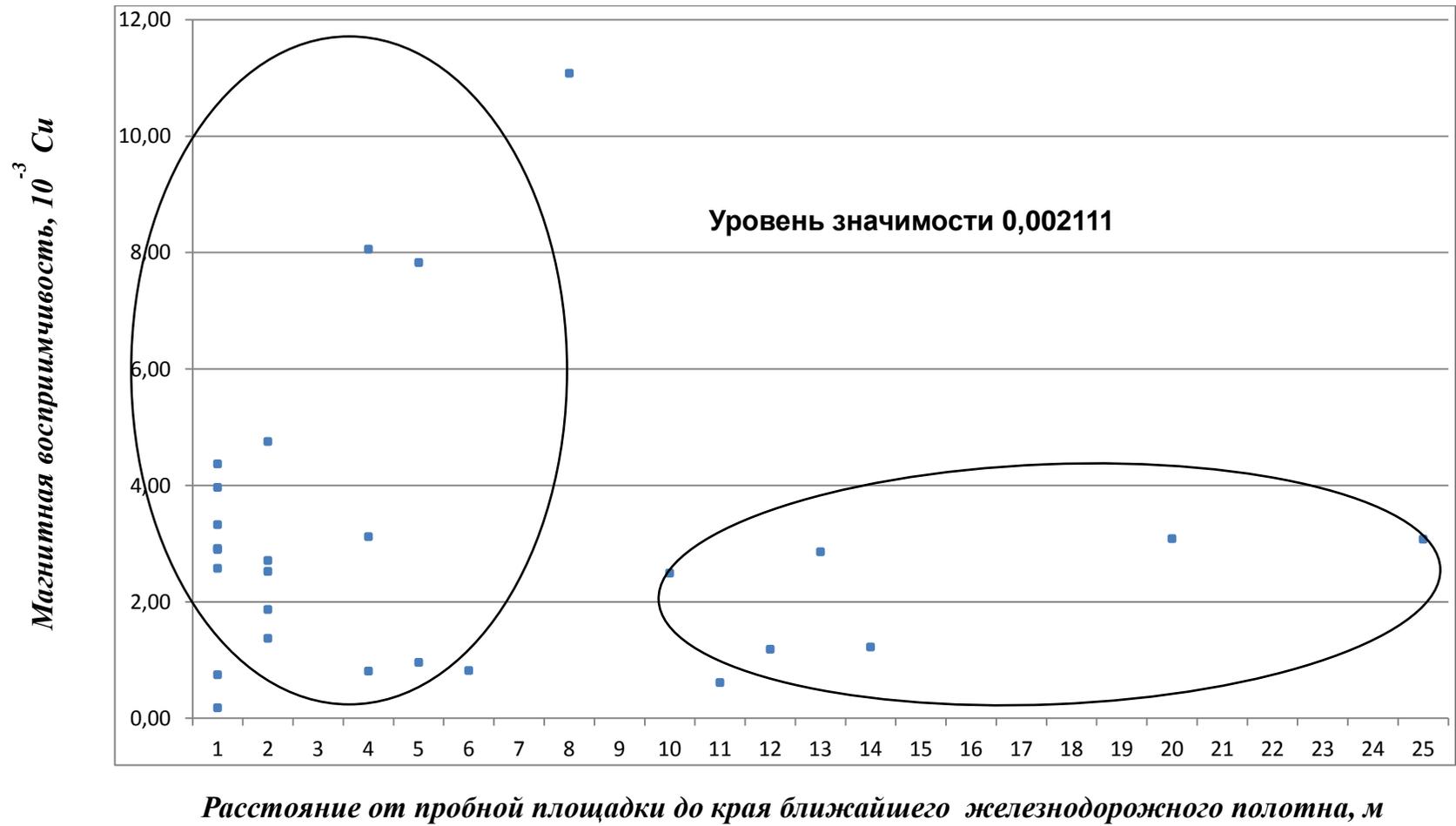


Рис. 5.9. Зависимость показателя магнитной восприимчивости почв от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна («Три вокзала»)

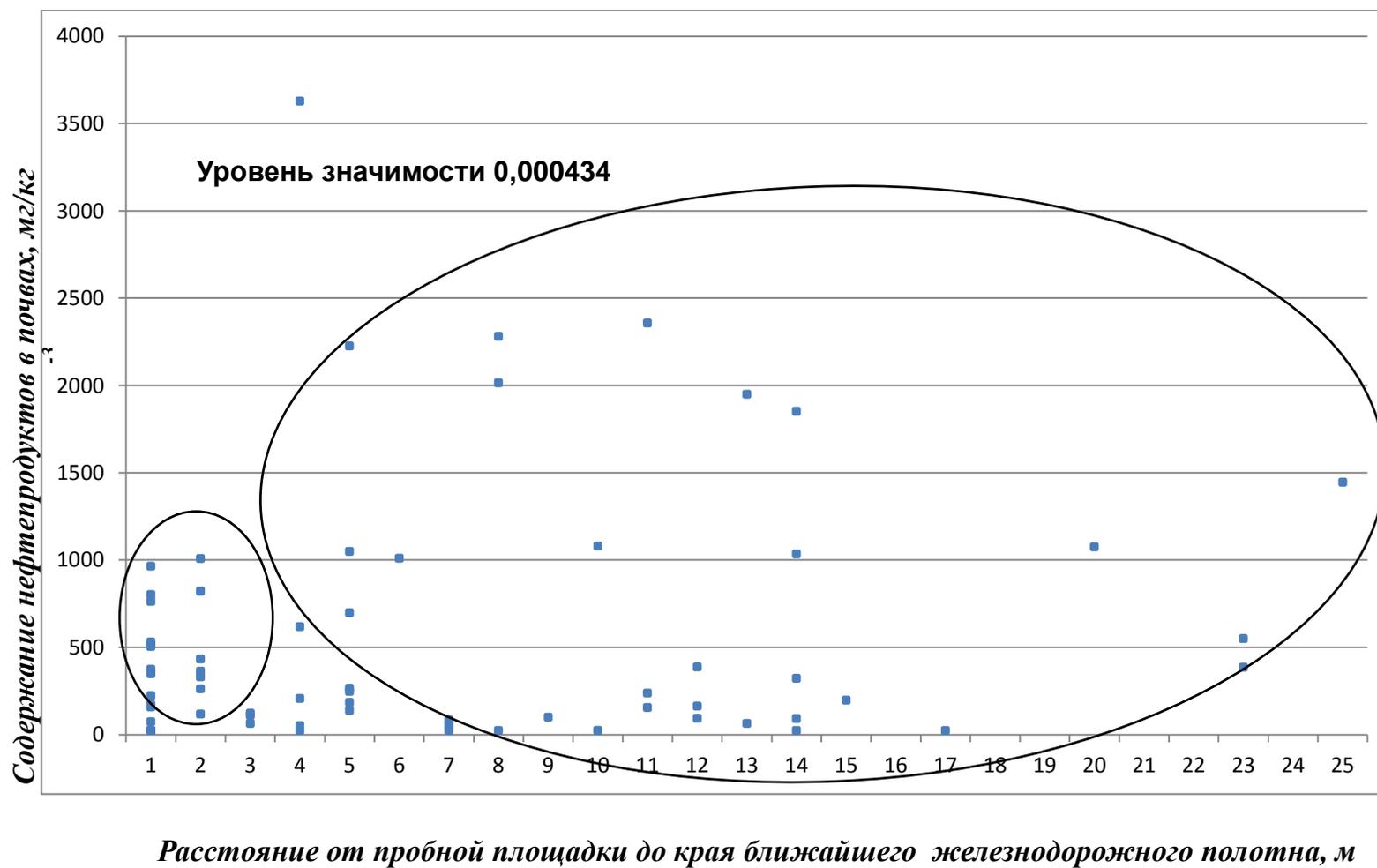


Рис. 5.10а. Зависимость содержания нефтепродуктов в почвах «Трех вокзалов» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

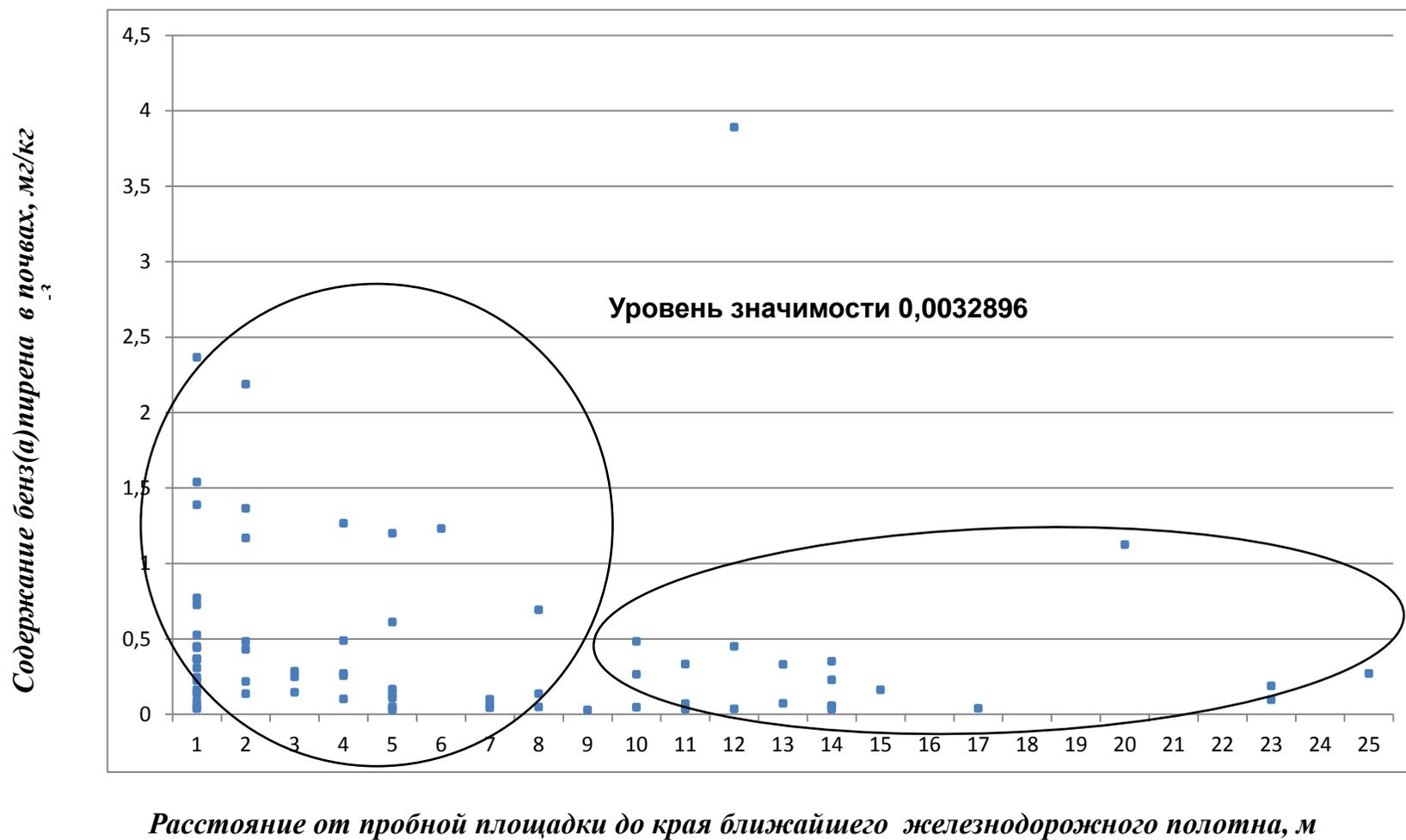


Рис. 5.11а. Зависимость содержания бенз(а)пирена в почвах «Трех вокзалов» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

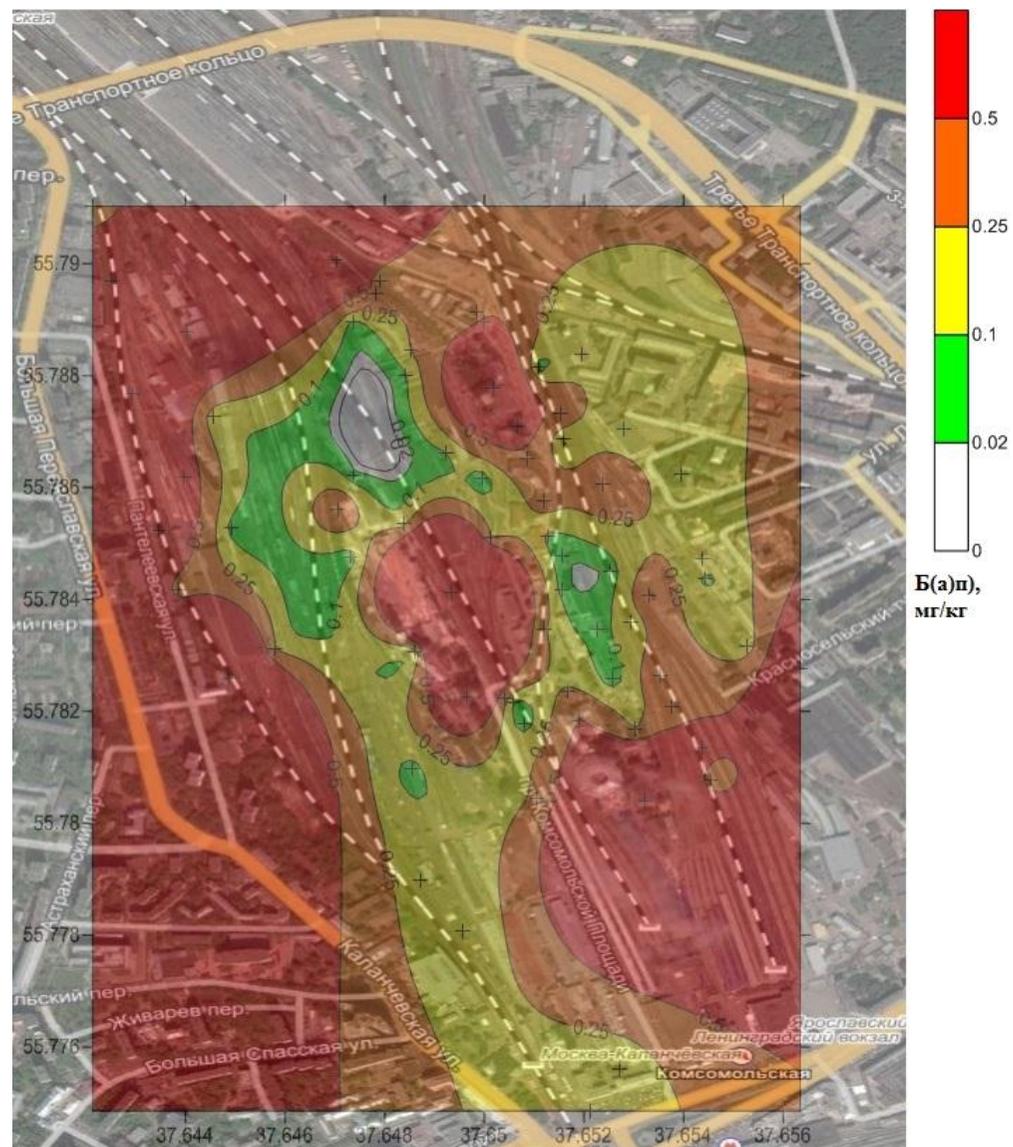


Рис. 5.11б. Пространственное распределение бенз(а)пирена в почвах «Трех вокзалов»

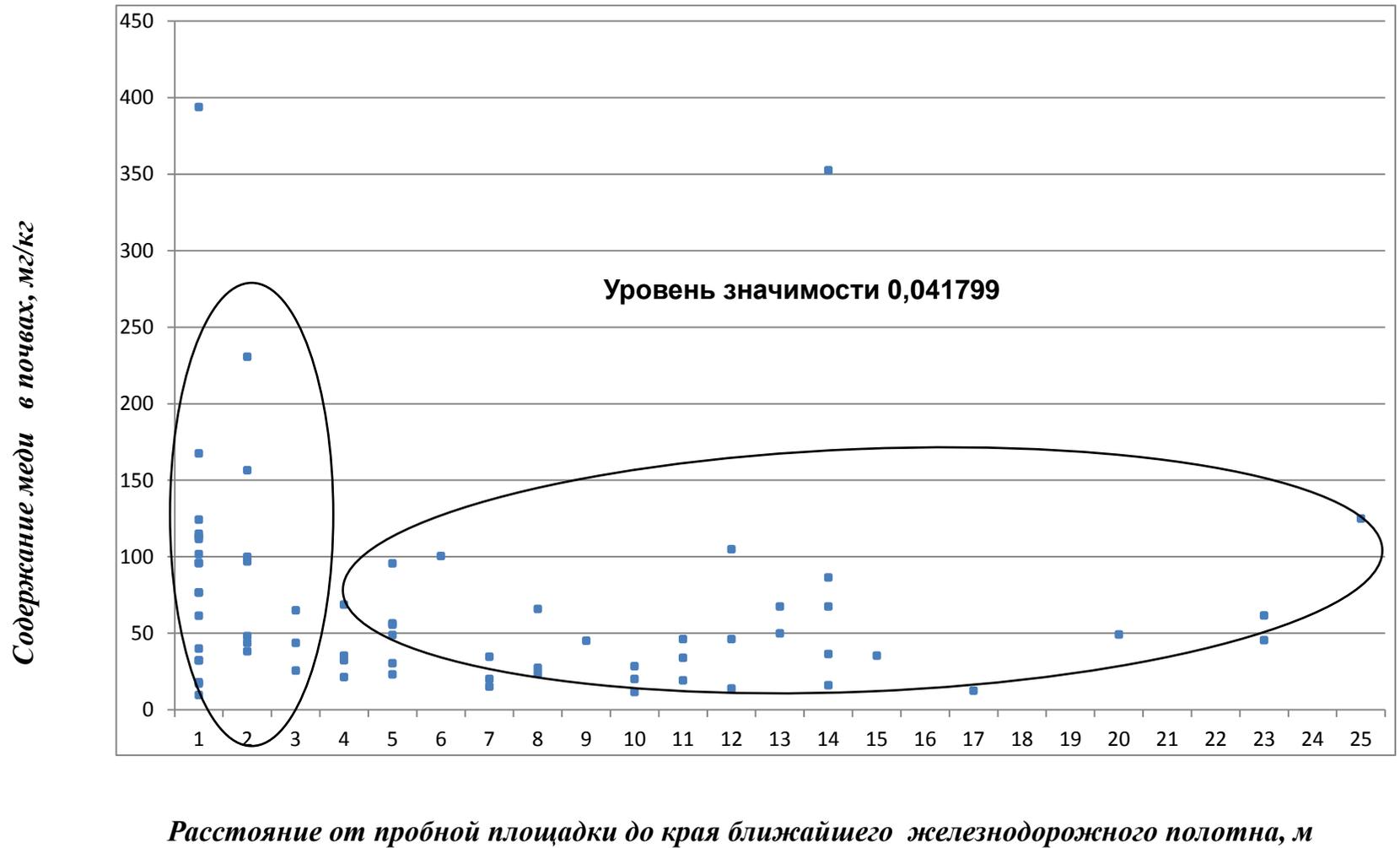


Рис. 5.12а. Зависимость содержания меди в почвах «Трех вокзалов» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

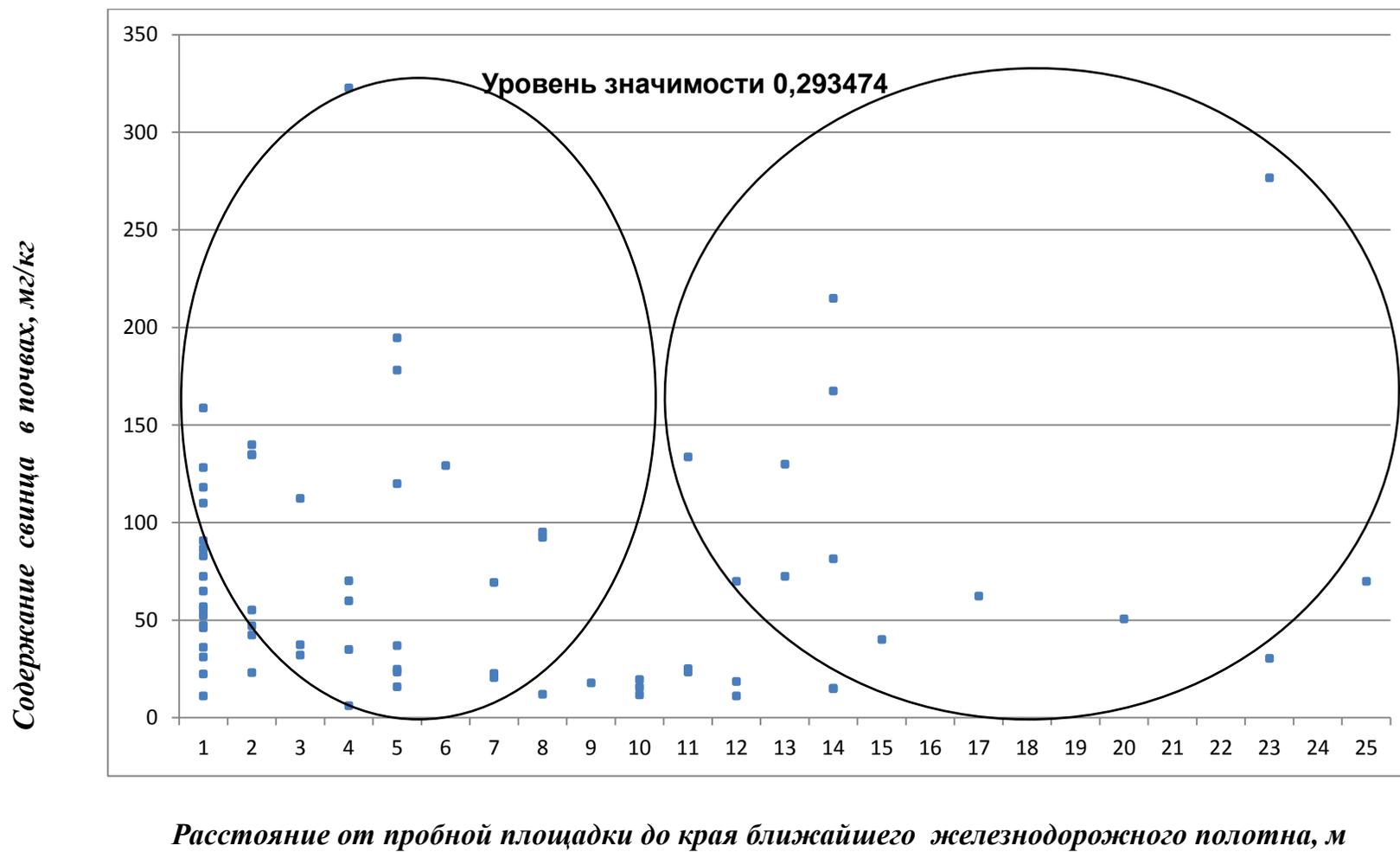


Рис. 5.13а. Зависимость содержания свинца в почвах «Белорусского вокзала» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

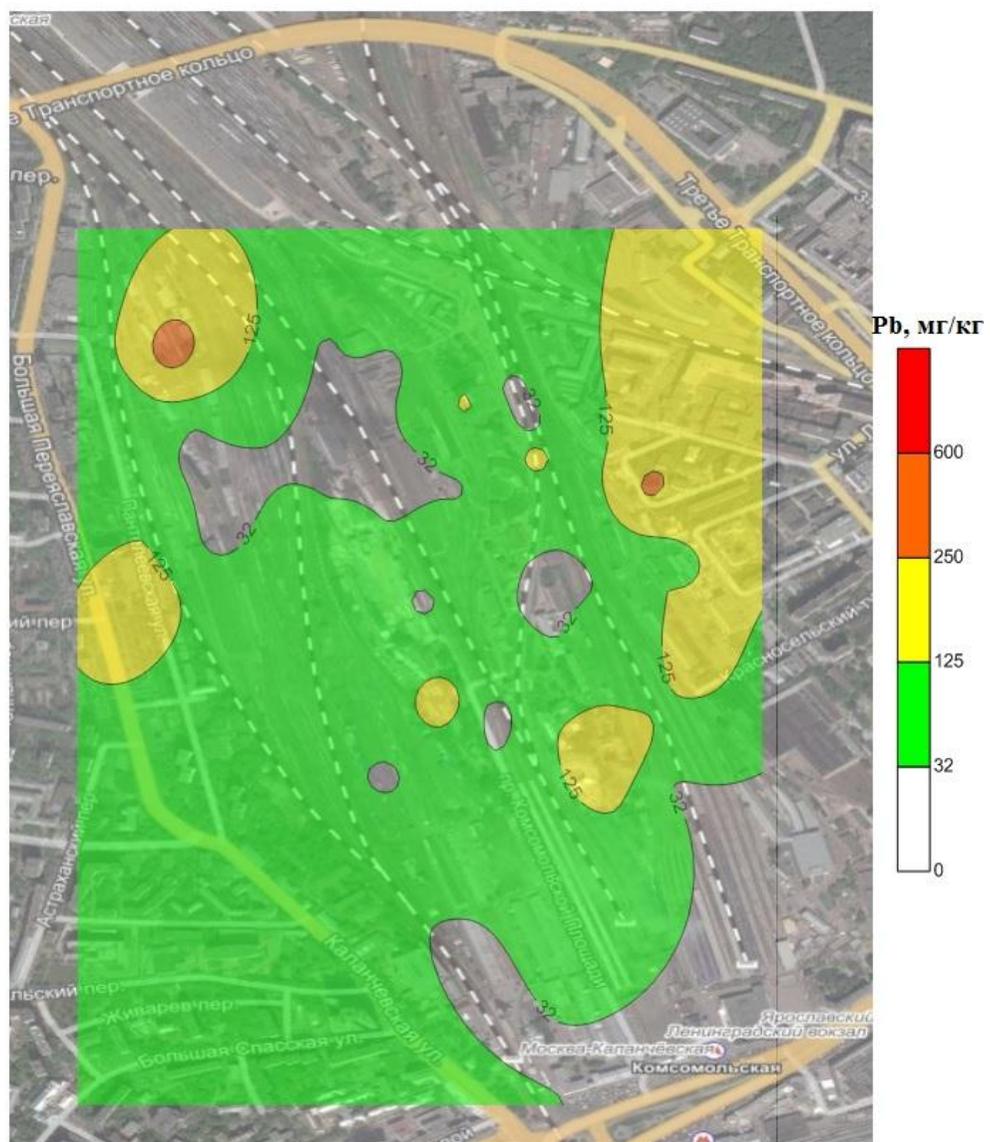
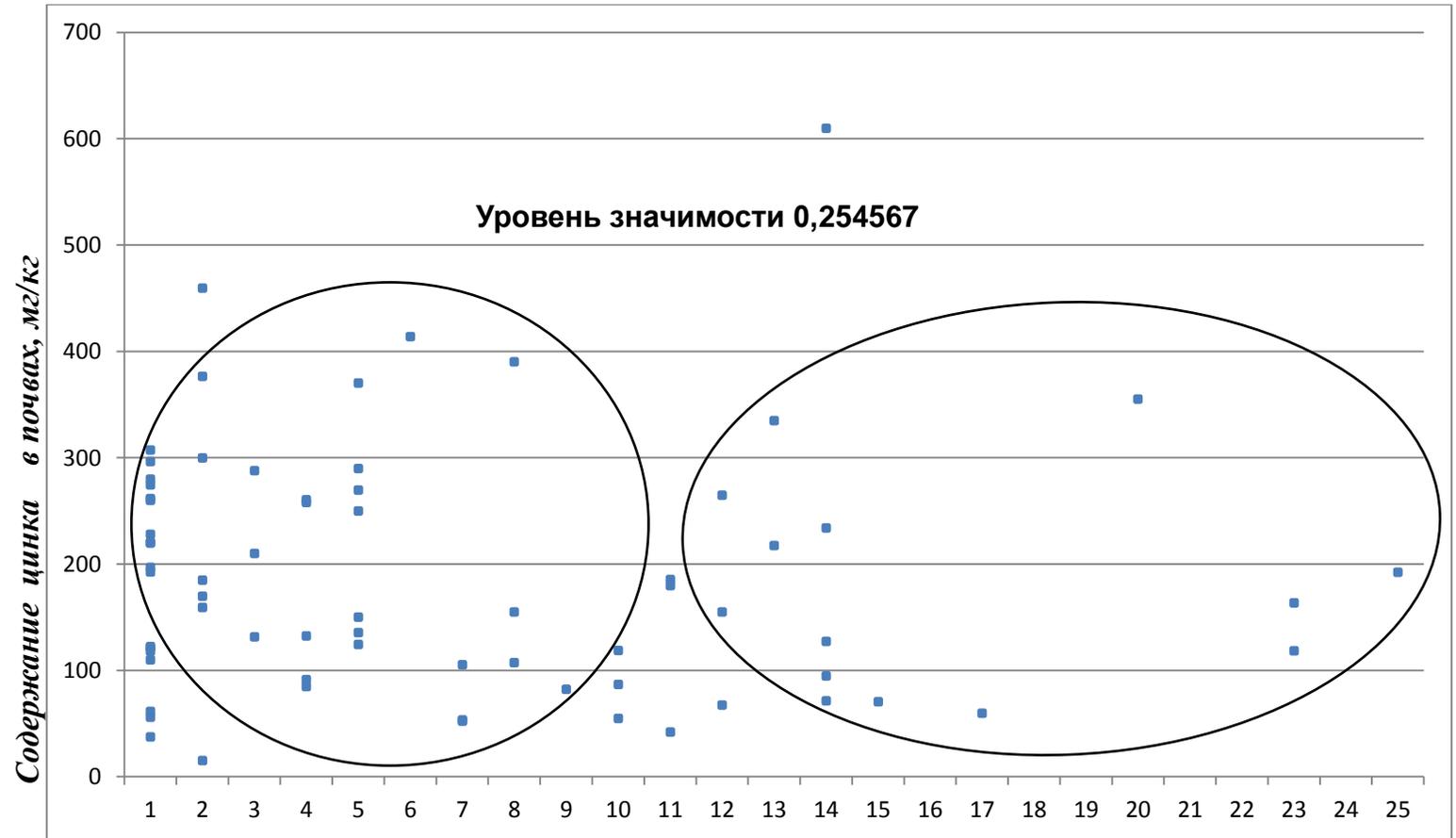


Рис. 5.136. Пространственное распределение меди в почвах «Трех вокзалов»



Расстояние от пробной площадки до края ближайшего железнодорожного полотна, м

Рис. 5.14а. Зависимость содержания цинка в почвах «Трех вокзалов» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна



Рис. 5.146. Пространственное распределение цинка в почвах «Трех вокзалов»

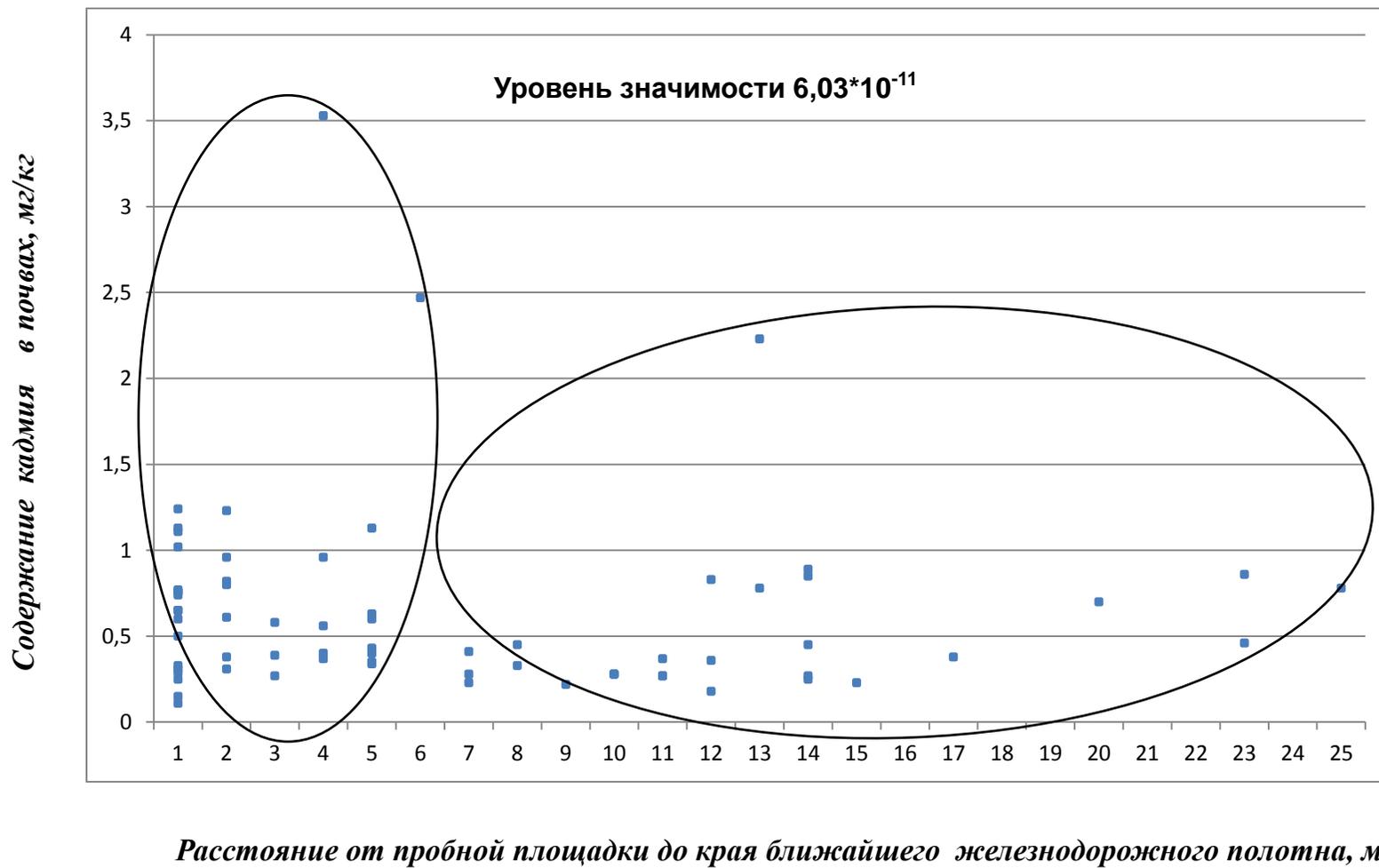


Рис. 5.15а. Зависимость содержания кадмия в почвах «Трех вокзалов» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна



Рис. 5.156. Пространственное распределение кадмия в почвах «Трех вокзалов»

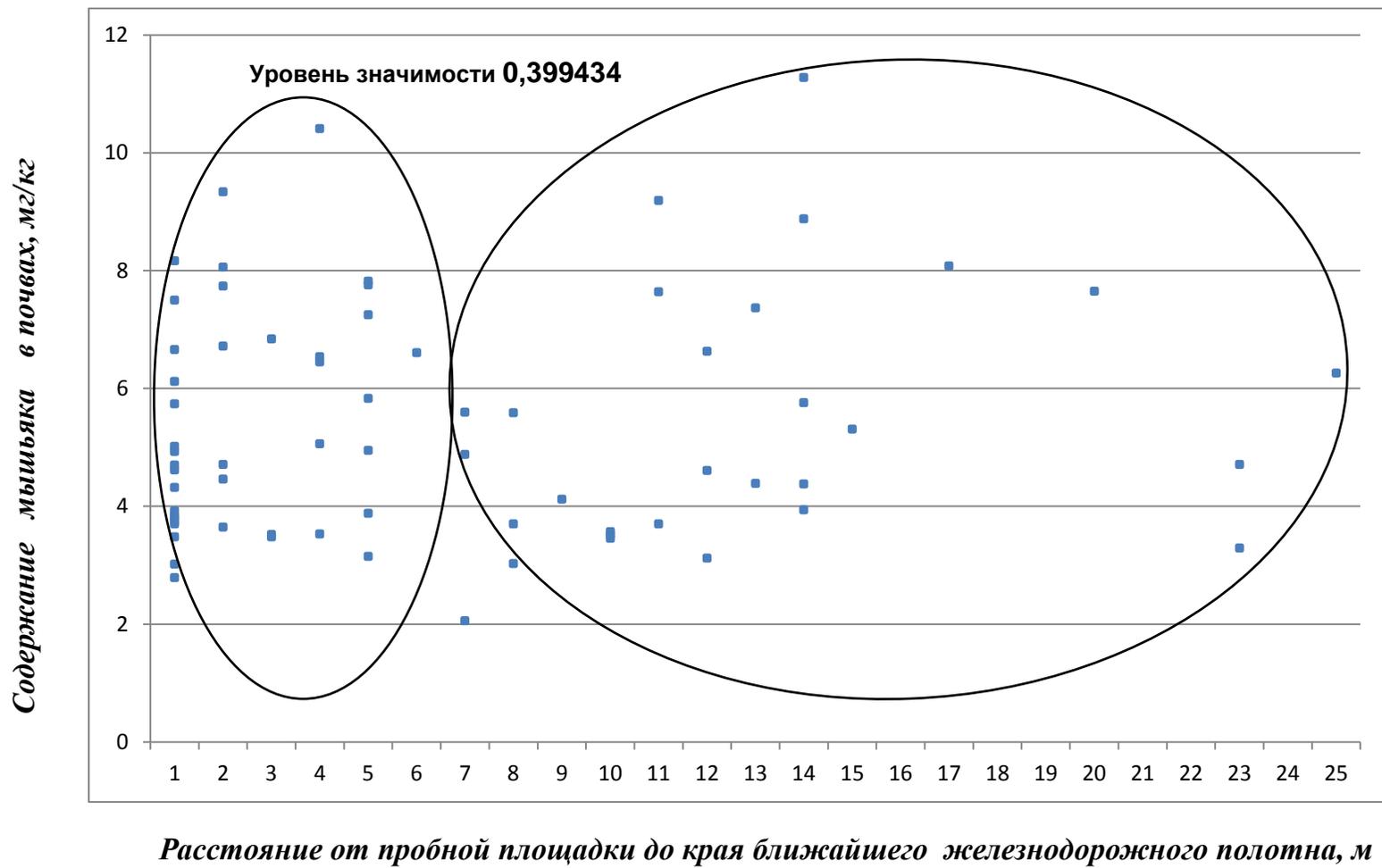


Рис. 5.16. Зависимость содержания мышьяка в почвах «Трех вокзалов» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

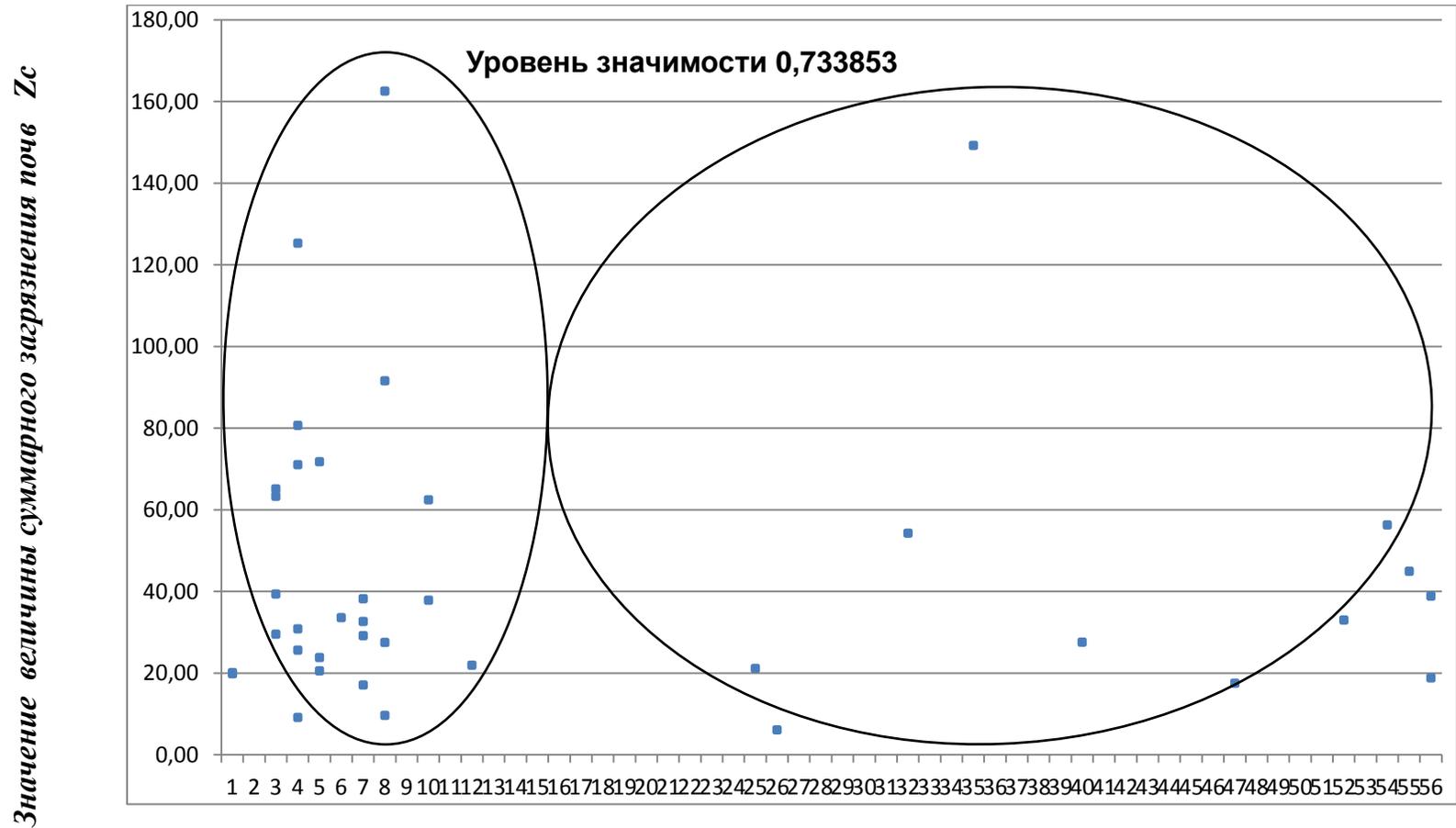


Рис. 5.17а. Зависимость величины суммарного загрязнения почв Z_c железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна

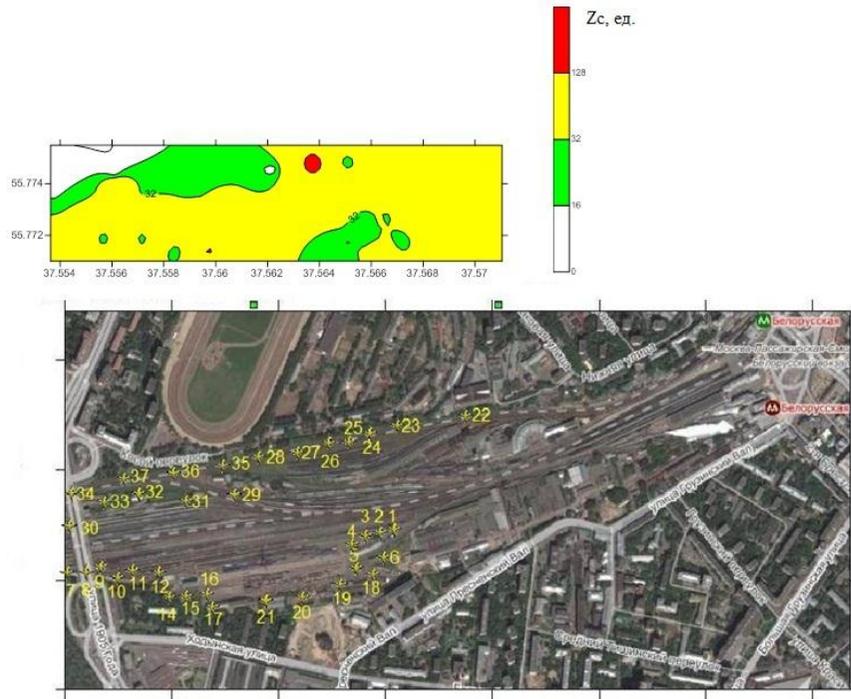


Рис. 5.176. Пространственное распределение величины суммарного показателя Z_c в почвах «Белорусского вокзала»

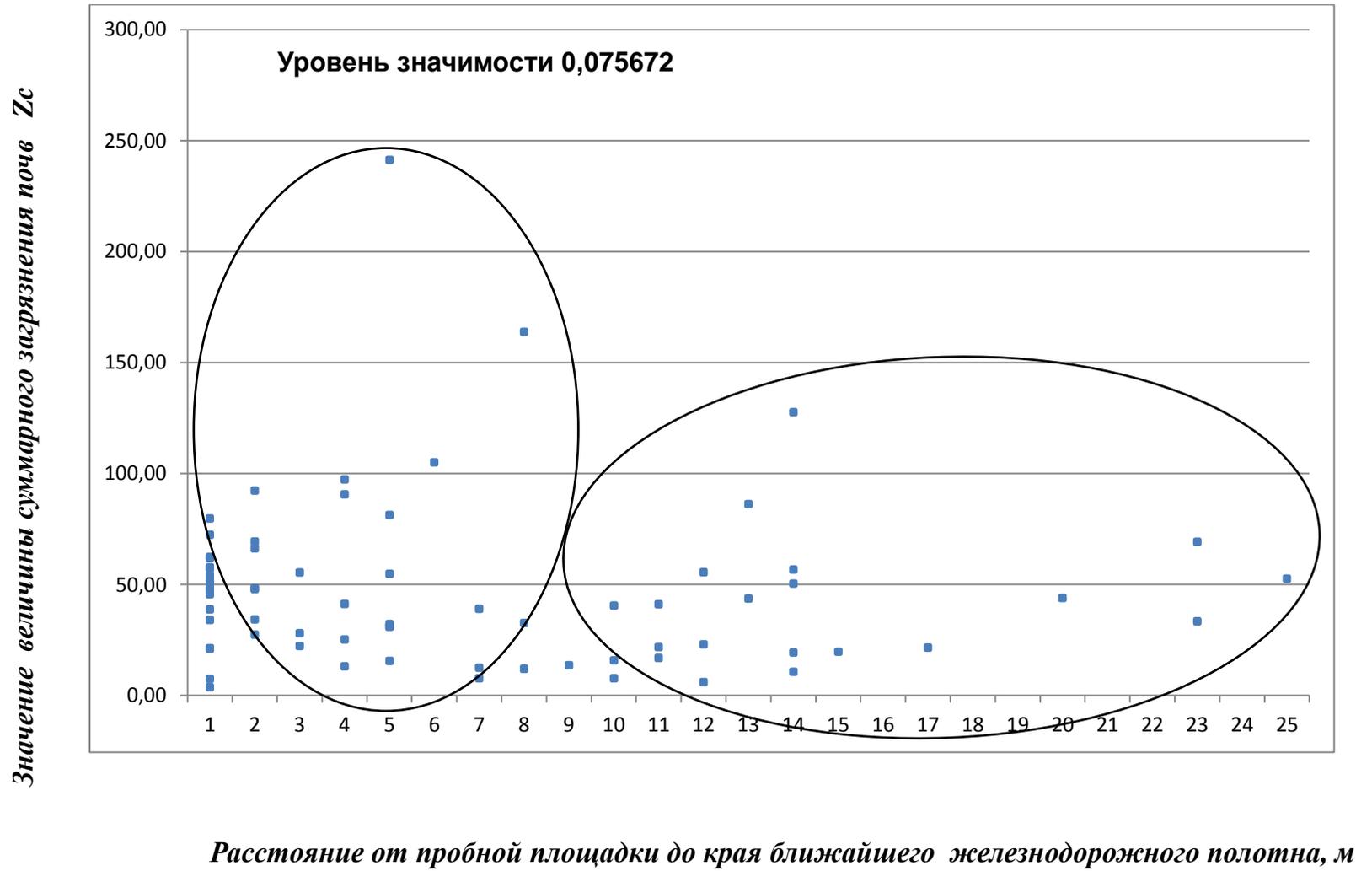
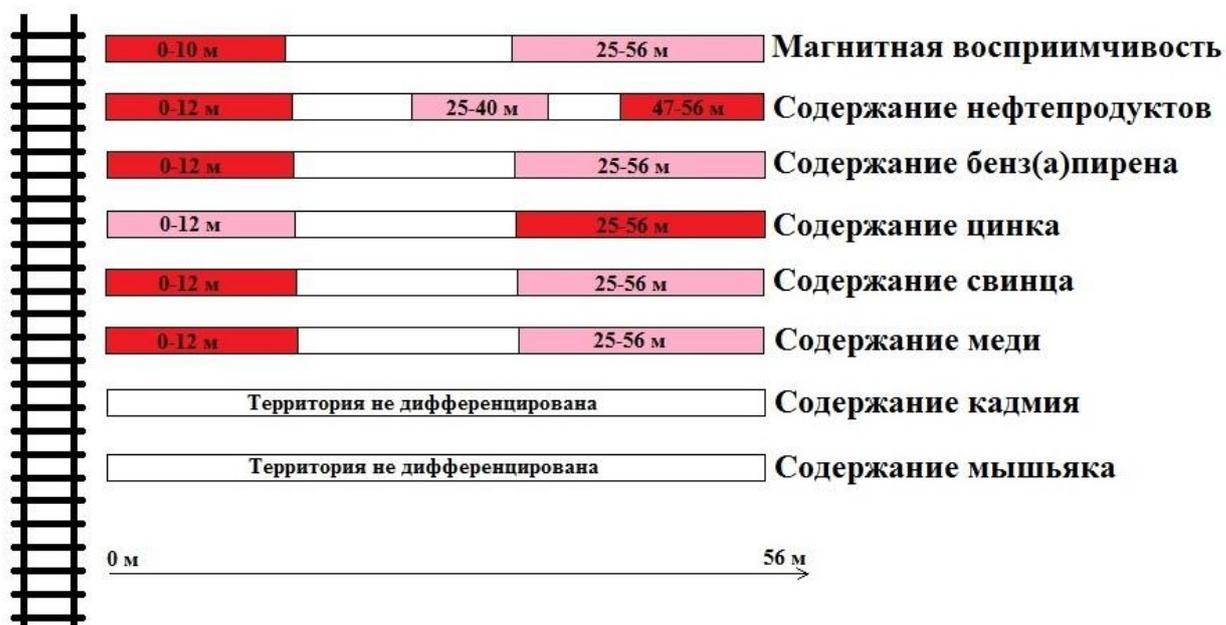


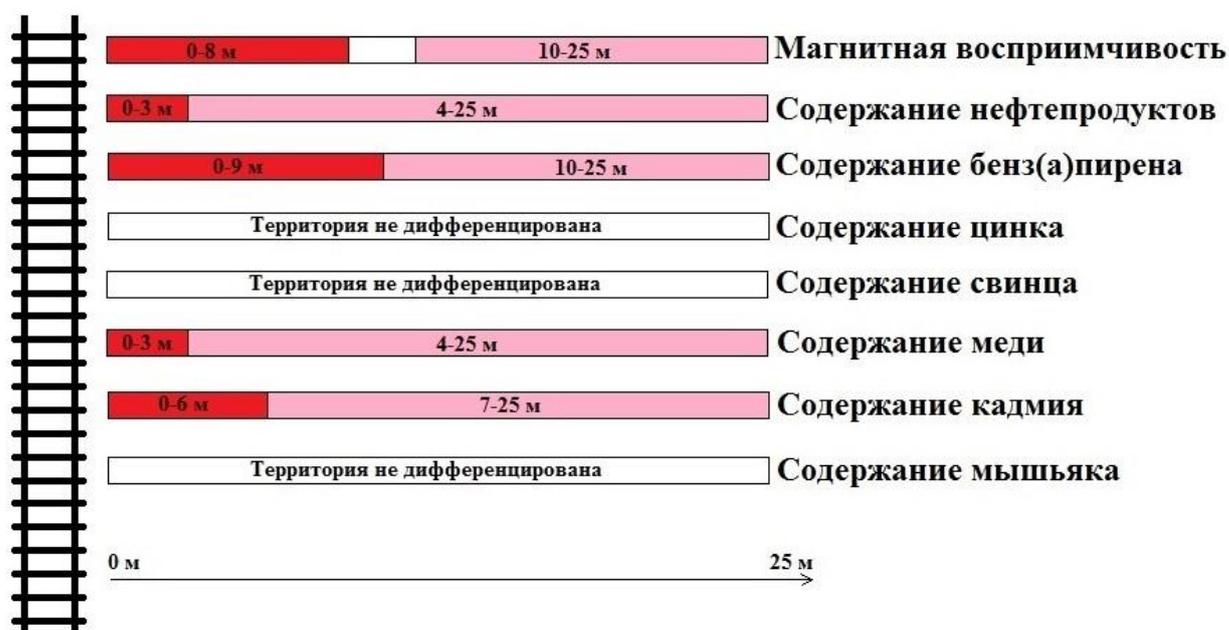
Рис. 5.18а. Зависимость величины суммарного загрязнения почв Z_c железнодорожного объекта «Три вокзала» от расстояния до ближайшего железнодорожного полотна



Рис. 5.186. Пространственное распределение величины суммарного показателя Z_c в почвах «Трех вокзалов».



а) «Белорусский вокзал»



б) «3 вокзала»

Рис. 5.19. Статистически обоснованное выделение зон по значению показателя удаленности почвы от железнодорожного полотна (по результатам расчета F-теста).

 - зона повышенного содержания загрязняющих веществ и/или магнитных оксидов железа;

 - зона пониженного содержания загрязняющих веществ и/или магнитных оксидов железа

ГЛАВА 6. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

6.1. Существующие подходы к оценке ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель в Российской Федерации.

Как известно, вред окружающей среде определяется как «...негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов» (статья 1 Федерального закона РФ от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды»). В практике природопользования понятия «вред» и «ущерб» нередко отождествляют (Папенков, 2006), имея ввиду, однако, что термин «вред» является более общим, чем «ущерб» и может выражаться не только в денежных единицах, а, например, - в баллах (потери экологического качества конкретных природных компонентов или уменьшения продуктивности экосистем). Кроме того, с точки зрения Гражданского кодекса РФ, термин «вред» является наиболее общим и охватывает реальный ущерб, упущенную выгоду, а также моральный вред.

В новейшей истории охраны окружающей среды Российской Федерации использовались различные методики оценки ущерба/вреда от загрязнения, деградации и захламления почв и земель, в том числе общефедеральные и региональные («Порядок определения...», 1993; «Методика определения размеров ущерба...», 1994; «Методика исчисления размера вреда...», 2010; «Методика исчисления размера ущерба...», 2008).

При этом существует два принципиально различных способа исчисления размеров ущерба/вреда, нанесенного почвам и землям («Порядок определения...», 1993):

- 1) исходя из затрат на проведение полного объема работ по рекультивации земель - очистке загрязненных почв, восстановлению свойств деградированных земель, изъятию отходов с захлавленных участков (в этом случае составляется проект рекультивации территории, где сформулирован перечень мероприятий и

отражены технические условия их осуществления, включая объемы перемещаемых почвогрунтов, посадок технических культур растений и т.д.); нередко для определения объемов этих затрат используются специальные экономические («бухгалтерские») компьютерные программы, например, - SmetaWIZARD;

- 2) в случае невозможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по формулам, учитывающим площадь, глубину и степень загрязнения, деградации и захламления, экономические характеристики исследуемого региона и т.д.; кроме того, понимается, в этих формулах используются специальные земельные таксы, назначаемые нормативным (приказным) путем, учитывающие тип землепользования или зоны функционального назначения и даже иногда тип почвы («Методика исчисления размера ущерба...», 2008).

6.2. Краткая характеристика использованных методик оценки ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала».

Для оценки ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель исследуемых железнодорожных объектов ЦАО города Москвы использовались следующие методики:

1. «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Утверждена Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприродой РФ 18 ноября 1993 г.).

Размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по формуле (4):

$$П = \sum_{i=1}^n (H_c * S(i) * K_B * K_z(i) * K_{\varepsilon}(i) * K_T) \quad (4),$$

где

P - размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими (от 1 до n) химическими веществами, рублей;

H_c - норматив стоимости земель, рублей/м²;

K_v - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных земель (табл.б.1.);

$S(i)$ - площадь земель, загрязненных химическим веществом i -го вида, м²;

$K_z(i)$ - коэффициент пересчета в зависимости от уровня загрязнения земель химическим веществом i -го вида по 5-ти балльной шкале – табл. 3.9., 6.2.;

$K_э(i)$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории i -го экономического района, определяемый согласно табл. 6.3.;

K_g - коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель, определяемый по табл. 6.4.

Табл. 6.1. Значения коэффициента пересчета (K_v) в зависимости от периода времени по их восстановлению (коэффициенты K_v приравниваются к коэффициентам пересчета теряемого ежегодно дохода, утвержденным постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 28 января 1993 г. №77)

Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета	Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета K_v
1 год	0,9	8-10 лет	5,6
2 года	1,7	11-15 лет	7,0
3 года	2,5	16-20 лет	8,2
4 года	3,2	21-25 лет	8,9
5 лет	3,8	26-30 лет	9,3
6-7 лет	4,6	31 и более лет	10,0

Табл. 6.2. Коэффициенты (Кз) для расчета размеров ущерба в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами

Уровень загрязнения	Степень загрязнения земель	Кз
1	Допустимая	0
2	Слабая	0,3
3	Средняя	0,6
4	Сильная	1,5
5	Очень сильная	2,0

Табл. 6.3. Коэффициенты (Кэ) экологической ситуации и экологической значимости территории

Экономические районы Российской Федерации	Кэ
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

Табл. 6.4. Коэффициенты (Кг) для расчета ущерба в зависимости от глубины загрязнения земель

Глубина загрязнения земель, см	Кг
0- 20	1,0
0-50	1,3
0-100	1,5
0->150	1,7

В качестве норматива стоимости земель H_c использовалась нормативная цена городских земель в соответствии с «Докладом о состоянии и использовании земель города Москвы за 2003 год» (2004), составляющая 17917 руб./м² (кадастровый выдел 77-01-04019) для «Белорусского вокзала» и 21116 руб./м² (кадастровый выдел 77-01-03053). Коэффициент пересчета K_v принимался минимальный – 0,9 (продолжительность периода восстановления 1 год).

Уровни загрязнения почв железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала» (табл. 3.12., 3.18., рис. 4.7., 4.8.) при помощи табл. 6.2. переводились в значения коэффициента K_z .

Значение коэффициента $K_э$ составило для исследуемых железнодорожных объектов 1,6 (Центральный экономический район Российской Федерации). Величина коэффициента $K_г$ определялась глубиной пробоотбора (0-10 см) и составила 1,0 (табл. 6.4.).

Ущерб рассчитывался отдельно для каждой пробной площадки (площадь 1 м²).

2. «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (Утверждена приказом Роскомзема и Минприроды России от 17 июля 1994 г.).

Ущерб от деградации рассчитывается для каждого контура деградированных почв и земель по формуле (5):

$$Ущ = H_c \times S \times K_э \times K_c \times K_п + D_x \times S \times K_v \quad (5),$$

где:

Ущ - размер ущерба от деградации почв и земель (руб.);

H_c - норматив стоимости земель (руб./м²) – использовались те же значения, что и в случае с определением размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами;

D_x - годовой доход с единицы площади (руб.);

S - площадь деградированных почв и земель (м);

K_э - коэффициент экологической ситуации территории (табл. 6.3.);

K_v - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель (табл. 6.1.) – для расчетов полагали, что время восстановления – 1 год (коэффициент пересчета 0,9) ;

K_c - коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель (табл. 6.5, 6.6.);

K_n - коэффициент для особо охраняемых территорий (табл. 6.7.).

При расчете ущерба от деградации почв и земель годовой доход с единицы площади не учитывался (принимался равным нулю). Данный коэффициент используется в основном для сельскохозяйственных земель. Таким образом, ущерб рассчитывался только по первому слагаемому формулы (5).

Табл. 6.5. Коэффициенты пересчета в зависимости от изменения деградации почв и земель (K_c)

Степень деградации по данным предыдущих обследований	Степень деградации по данным контрольных обследований				
	0	1	2	3	4
0	0	0,2	0,5	0,8	1,0
1	-	0	0,3	0,6	0,8
2	-		0	0,3	0,5
3	-			0	0,2
4	-				0

Табл. 6.6. Коэффициенты пересчета для отдельных случаев деградации почв и земель (K_c)

Тип деградации	Коэффициент пересчета
Образование солончаков	1,5
Поднятие уровня минерализованных (> 3 мг/л) грунтовых од выше 2 м	2,0
Образование оврагов и рост существующих	3,0

Табл. 6.7. Повышающие коэффициенты (Кп) к нормативной стоимости земель особо охраняемых территорий

Земли особо охраняемых территорий	Значение повышающего коэффициента (Кп)
Земли природно-заповедного фонда	3
Земли природоохранного, оздоровительного и историко-культурного назначения	2
Земли рекреационного назначения	1,5

При определении значения величины коэффициента Кс использовали результаты определения степени деградации почв по 4-м показателям (уменьшение содержания гумуса, % от эталона; изменение (уменьшение/увеличение) содержания подвижного фосфора, % от эталона; изменение (уменьшение/увеличение) содержания обменного калия, в % от эталона; увеличение кислотности, % от эталона), отраженные на рис. 4.9., 4.10. Указанные результаты при помощи главным образом 1-й строки табл. 6.5. переводись в значения коэффициента Кс. Кроме того, следует напомнить, что диапазон степеней деградации 0 – 4 был трансформирован нами в диапазон 1 – 5.

Учитывая тот факт, что «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (1993) и «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (1994) – методики, отражающие различные виды ущерба, нанесенного почвам и землям, были подготовлены с использованием схожих методических подходов (применялись одни и те же коэффициенты, нормативная стоимость земель, пятибалльные шкалы загрязнения и деградации), был проведен расчет и суммарного ущерба от загрязнения и деградации почв и земель (когда суммировались величины ущерба от загрязнения и ущерба от деградации).

3. «Методика исчисления размера ущерба, вызванного захлалением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы» (Утверждена Постановлением Правительства Москвы от 22 июля 2008 г. № 589-ПП).

Эта методика была разработана в соответствии с Законом города Москвы от 4 июля 2007 года № 31 «О городских почвах». Расчет общего размера ущерба, причиненного окружающей среде в результате загрязнения, захлаления, нарушения (в том числе запечатывания) и иного ухудшения качества городских почв производится по формуле (6):

$$U = U_{\text{загр}} + U_{\text{захл}} + U_{\text{нар}} + U_{\text{зап}} + U_{\text{ухудш}} \quad (6),$$

где:

U – общий размер ущерба, причиненного городским землям, руб.;

U_{загр} – размер ущерба от загрязнения земель, руб.;

U_{захл} – ущерб от захлаления земель, руб.;

U_{нар} – ущерб от нарушения земель, руб.;

U_{зап} – ущерб от запечатывания, руб.;

U_{ухудш} – ущерб от иного ухудшения качества почв, руб.

В случае наших исследований проводился расчет только от загрязнения *U_{загр}* по формуле (7):

$$U_{\text{загр}} = V_{\text{загр}} * N_{\text{загр}} * \sum_{i=1}^n \text{СПК}_i * K_{\text{ц}} * K_{\text{ин}} + Z_0 \quad (7),$$

где:

U_{загр} – размер ущерба (вреда и убытков) от загрязнения, руб.;

V_{загр} – объем загрязненного почвенного слоя (м^3)- в нашем случае – $0,1 \text{ м}^3$;

N_{загр} – такса для исчисления размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения городских почв (руб./м^3) – табл. 6.8. – в нашем случае такса составляет 3530 руб./м^3 ;

n

$\sum_{i=1}^n \text{СПК}_i$ – суммарный показатель загрязнения почв химическими веществами

i=1

(безразмерный), определяется как сумма превышений накапливающихся в почвенном покрове конкретных загрязняющих химических веществ над их предельно допустимыми (или ориентировочно допустимыми) значениями – определяется в соответствии с формулой (8);

$K_{ц}$ - коэффициент средоохранной ценности почвенного покрова для городской среды, установлен с учетом средоохранной и средовоспроизводящей способности почвенного покрова;

$K_{ин}$ - коэффициент индексации, определяется исходя из уровня инфляции, установленного основными социально-экономическими показателями развития г. Москвы на соответствующий год и применяется к базисному периоду установления такс;

Z_0 - затраты на проведение оценки вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения городских почв, определяются по фактическим затратам, руб.

Табл. 6.8. Таксы для исчисления размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения городских почв

Глубина загрязнения	Такса, руб./м ³		
	Для районов внутри Садового кольца	От Садового кольца до окружной железной дороги	От окружной железной дороги до границ города
От 1 см до 19,9 см	3872	3530	3444
От 20 см до 49,9 см	8397	8055	7969
От 50 см до 99,9 см	18776	18434	18348
От 100 см и более	27736	27394	27308

n

$$\sum_{i=1}^{n} СПК_i = СПК_1 + СПК_2 + \dots + СПК_n \quad (8),$$

$i=1$

где:

n

$\sum_{i=1}^{n} СПК_i$ - суммарный показатель загрязнения почвы загрязняющими

химическими, биологическими и иными загрязняющими веществами;

$СПК_i$ – показатель загрязнения почвы i -м загрязняющим химическим, биологическим и иным загрязняющим веществом с концентрацией, превышающей его предельно допустимое (или ориентировочно допустимое) значение, определяется по формуле (9):

$$СПК_i = (C_{fi} - C_{ni}) / C_{ni}, \quad (9),$$

где:

C_{fi} - фактическое содержание i -го загрязняющего химического, биологического и иного загрязняющего вещества в почве, мг/кг;

C_{ni} - предельно допустимая (или ориентировочно допустимая) концентрация i -го загрязняющего химического, биологического и иного загрязняющего вещества, мг/кг.

Следует особенно остановиться на определении величины затрат на проведение оценки вреда, которые состоят из отбора почвенных образцов для анализа и проведение лабораторных работ. Для их расчета использовались расценки аккредитованной лаборатории, которые составляют:

- 1) Выезд специалиста и для первичной диагностики – 1000 руб.;
- 2) Отбор индивидуальных и смешанных почвенных образцов – 150 руб./проба;
- 3) Подготовка почвы (сушка, растирка, выбор корешков) - 250 руб./проба;
- 4) Химический анализ загрязняющих веществ в почвах:
 - Cu – 190 руб./проба,
 - Cd - 190 руб./проба,
 - Pb - 200 руб./проба,
 - Zn - 200 руб./проба,
 - Mn - 300 руб./проба,
 - нефтепродукты – 850 руб./проба,

бенз(а)пирен -1500 руб./проба.

Кроме того, коэффициент индексации К ин определялся исходя из п.3 ст. 3 Проекта Федерального закона «О Федеральном бюджете на 2011 год и на плановый период 2012 и 2013 годов», где отмечается, что при предоставлении плановых расчетов платы за негативное воздействие на окружающую среду за 2011 год нормативы платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленные Правительством Российской Федерации в 2005 году, необходимо применять с коэффициентом 1,58.

Величина коэффициента средоохранной ценности почвенного покрова для городской среды Кц, в соответствии с данным нормативно-методическим документом, устанавливается в размере:

- 5 – для особо охраняемых природных территорий;
- 4 - для природных озелененных территорий (кроме особо охраняемых природных территорий);
- 3 – для остальных территорий;
- 1 – для территорий промышленных зон, на которых отсутствуют зеленые насаждения (для своих расчетов мы выбрали это значение).

4. «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (Утверждена приказом Минприроды России от 8 июля 2010 № 238).

Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, предназначена для исчисления в стоимостной форме размера вреда, нанесенного почвам в результате нарушения законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, а также при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Она является единственной действующей в настоящее время методикой (хотя и она не зарегистрированной Минюстом России).

Данной методикой исчисляется в стоимостной форме размер вреда, причиненного почвам, в результате:

- а) химического загрязнения почв в результате поступления в почвы химических веществ или смеси химических веществ, приводящее к несоблюдению нормативов качества окружающей среды для почв, включая нормативы предельно (ориентировочно) допустимых концентраций химических веществ в почвах;
- б) несанкционированного размещения отходов производства и потребления;
- в) порчи почв в результате самовольного (незаконного) перекрытия поверхности почв, а также почвенного профиля искусственными покрытиями и (или) линейными объектами.

В диссертационной работе рассчитывался только вред от загрязнения почв железнодорожных объектов по формуле (10):

$$УЩзагр = СХЗ \times S \times Kг \times Kисх \times Тх \quad (10),$$

где:

УЩзагр - размер вреда (руб.);

СХЗ - степень химического загрязнения;

S - площадь загрязненного участка (m^2);

Kг - показатель в зависимости от глубины химического загрязнения или порчи почв;

Kисх - показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, на которой расположен загрязненный участок;

Тх - такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды, при химическом загрязнении почв (руб./ m^2).

Степень химического загрязнения зависит от соотношения фактического содержания *i*-го химического вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв. Соотношение (*C*) фактического содержания *i*-го химического вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв определяется по формуле (11):

$$C = \sum_{i=1}^n X_i/X_n \quad (11),$$

где:

X_i – фактическое содержание i -го химического вещества в почве (мг/кг);

X_n – норматив качества окружающей среды для почв (мг/кг).

При отсутствии установленного норматива качества окружающей среды для почв (для конкретного химического вещества) в качестве значения X_n применяется значение концентрации этого химического вещества на сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения.

При значении (С) менее 5 СХВ принимается равным 1,5; при значении (С) в интервале от 5 до 10 СХВ принимается равным 2,0; при значении (С) в интервале от более 10 до 20 СХВ принимается равным 3,0; при значении (С) в интервале от более 20 до 30 СХВ принимается равным 4,0; при значении (С) в интервале от более 30 до 50 СХВ принимается равным 5,0; при значении (С) более 50 СХВ принимается равным 6,0.

Показатель в зависимости от глубины химического загрязнения или порчи почв (K_g) рассчитывается в соответствии с фактической глубиной химического загрязнения или порчи почв.

При глубине химического загрязнения или порчи почв до 20 см (как в нашем случае) K_g принимается равным 1; до 50 см - K_g принимается равным 1,3; до 100 см - K_g принимается равным 1,5; до 150 см – K_g принимается равным 1,7; более 150 см - K_g принимается равным 2,0.

Показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения ($K_{исх}$) определяется исходя из категории земель и целевого назначения. Для земель особо охраняемых территорий ($K_{исх}$) равен 2; для мохово-лишайниковых оленьих и лугово-разнотравных горных пастбищ в составе земель всех категорий ($K_{исх}$) равен 1,9; для водоохраных зон в составе земель всех категорий ($K_{исх}$) равен 1,8; для сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения ($K_{исх}$) равен 1,6; для облесенных территорий в составе земель всех категорий ($K_{исх}$) равен 1,5; для земель населенных пунктов (за исключением земельных участков, отнесенных к территориальным зонам производственного,

специального назначения, инженерных и транспортных инфраструктур, военных объектов) (Кисх) равен 1,3; для остальных категорий и видов целевого назначения (Кисх) равен 1,0 (мы использовали это значение).

Если территория одновременно может быть отнесена к нескольким видам целевого назначения, приведенным в таблице, то в расчетах используется коэффициент Кисх с максимальным значением.

Такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды, при химическом загрязнении почв (Тх) представлена в приложении к методикам, измеряет в руб./м² почвы и варьирует в пределах от 500 руб./м² (лесостепная зона) до 900 руб./м² (горный альпийский и субальпийский пояс, тайга). Мы использовали таксу для южнотаежной зоны (дерново-подзолистые, буротаежные, бурые лесные и болотно-подзолистые почвы и др.) - 400 руб./м².

5. Определение стоимости работ по очистке загрязненных территорий железнодорожных объектов.

Как известно, в статьях 77-78 Федерального закона от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» приведены два подхода к оценке размера вреда:

- 1) по утвержденным таксам и методикам;
- 2) по фактическим затратам на ликвидацию последствий, включая упущенную выгоду.

Упущенная выгода как элемент состава убытков имеет место только в том случае, если природный объект используется в хозяйственной деятельности. Нельзя говорить об упущенной выгоде в случае причинения вреда городским почвам, поскольку они изъяты из хозяйственного использования.

Нами был рассчитан вред, нанесенный окружающей среде, по фактическим затратам на восстановление почв и земель, то есть, фактически, - была оценена стоимость рекультивационных работ на железнодорожных объектах.

Кроме того, при сопоставлении результатов определения величины ущерба/вреда, нанесенного почвам и землям железнодорожных объектов, именно стоимость затрат на ликвидацию последствий загрязнения, в соответствии со статьями 77-78 Федерального закона от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», и была критерием достоверности применения той или иной методики по определению размера ущерба/вреда.

Как известно, рекультивационные работы проводятся в два этапа: технический и биологический (ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.). Технический этап рекультивации включает подготовку земель для последующего целевого использования. Городские почвы должны выполнять свои экологические функции, в соответствии с их принадлежностью к определенной функциональной зоне. После проведения технического этапа рекультивации предусматривается проведение биологического этапа рекультивации, включающего комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы, осуществляемых после технической рекультивации. Биологический этап включает в себя: внесение извести, минеральных удобрений, торфа, биопрепаратов, посев семян трав, посадку саженцев, уход за посевами и др.

После проведения технического и биологического этапов рекультивации территория должна представлять собой вид, который она имела до начала деградации, т.е. требуется доведение почвенных характеристик до эталонных значений показателей состояния почв (табл. 4.12.).

На территориях железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала» было выявлено загрязнение почв тяжелыми металлами, бенз(а)пиреном и нефтепродуктами (глава 3 настоящей диссертации).

Соответственно, технический этап рекультивации включает в себя следующие мероприятия:

А) Выемка загрязненного грунта;

Б) Вывоз загрязненного грунта – IV класс опасности – на полигон (плата за захоронение опасного отхода на полигоне составляет 248,4 руб/тонну в

соответствии с Постановлением Правительства РФ №344 от 12 июня 2003 года «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления»);

В) Рыхление почвы после снятия верхнего слоя для улучшения ее физических свойств;

Г) Закупка песка и последующая планировка песчаной подушки;

Д) Закупка почвогрунта и последующая планировка насыпного плодородного слоя;

Е) Подготовка почвы для устройства газона вручную;

Ж) Закупка и последующий посев многолетних трав, создание газона.

Стоимость 1 м³ грунта определяется по среднерыночным ценам (табл. 6.9.) и составляет 1177,2 рублей.

Табл. 6.9. Среднерыночная стоимость почвогрунта плодородного для Московского региона по состоянию на 2009 год

Фирма, поставляющая почвогрунт	Цена, руб. за 1 м ³	Источник информации	Примечание
ООО «ТСК» Северная сторона»	1750	http://www.n-storona.ru/services.php?id=29	Цена указана с доставкой и разгрузкой.
ООО "Стройтранспорт-1"	720	http://stroytransport.ru/ground.html	
ООО "Грин Парк Мастер"	1200	http://www.gpmaster.ru/catalog/?c_id=1 <u>2</u>	
ООО СТК "Темп".	860	http://www.stk-temp.ru/price.htm	
Торф-МП	1200	http://www.torf-mp.ru/1.php	
Инжиниринг сбыт	910	http://www.ingsbyt.ru/62.html	
ЗАО «ЦМП»	1600	http://www.zao-cmp.ru/prais.htm	
Средняя рыночная цена	(1750+720+1200+860+1200+910+1600)/7=1177,2 руб. за 1 м ³		

Расчет нормы времени и стоимости работ, необходимых для восстановления качества земельного участка, проводится с использованием программы SmetaWIZARD 4.0, в соответствии с ЕНиР («Едиными нормами и расценками на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы»). Стоимость единицы объема выполняемой работы принята исходя из заработной платы водителя транспортного средства, арендной платы за транспортное средство.

В табл. 6.10. приводится последовательность определения стоимости работ по восстановлению загрязненных земель железнодорожных объектов (расчеты выполнены для одной пробной площадки 1 м²). Так как 5-й (очень высокий) уровень загрязнения отмечается для почв обоих железнодорожных объектов и технологические особенности восстановления территорий очень близки (например, расстояние перевозки почвогрунтов), то мы посчитали, что полученная величина - 436,8 руб./м² – одинакова для всех изучаемых пробных площадок и «Белорусского вокзала», и «Трех вокзалов».

Таблица 6.10. Стоимость работ по восстановлению территории железнодорожных объектов

Наименование работ и затрат	Количество, ед.изм.	Стоимость на единицу, руб.
1	2	3
Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы, 3 группа грунтов	0,1м ³	7,52
Расстояние перевозки - от 49,1 до 50 км	0,12кг	0,02
Плата за размещение загрязненной почвы на полигоне.	0,12кг	0,03
Закупка песка карьерного по среднерыночным ценам с учетом доставки и разгрузки.	0,1м ³	41
Вспашка и рыхление почвы после снятия загрязненного верхнего слоя.	1м ²	2,7
Планировка песчаной подушки.	0,1м ³	15,7

Продолжение таблицы 6.10

1	2	3
Закупка почвогрунта плодородного по среднерыночным ценам с учетом доставки и разгрузки	0,1м ³	117,72
Планировка насыпного плодородного слоя	1м ²	15,7
Подготовка почвы для устройства партерного и обыкновенного газона без внесения растительной земли вручную	1м ²	23,05
Посев многолетних трав	1м ²	0,1
Семена газонных трав	1 кг	146,5
Итого	370,04 руб.	
НДС, 18%	66,7072 руб.	
Итого	436,772 руб.	

6.3. Результаты оценки ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала».

Как отмечалось ранее (глава 2 настоящей диссертации), территории железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала» включают в себя локомотивные депо, трансформаторные подстанции, механические мастерские, ангары, склады, гаражи, здания вагонмоечной машины, платформы, павильоны, административные здания, служебные помещения и др. Таким образом, значительная часть железнодорожных объектов занята щебеночными, асфальтобетонными покрытиями и застройкой. Поэтому в ходе исследований рассчитывались величины так называемого удельного ущерба/вреда, то есть ущерба/вреда, отнесенного к единице площади – 1 м², тем более, что именно такую площадь имели квадратные пробные площадки. Затем рассчитывались средние арифметические величины для каждого железнодорожного объекта (такая же

процедура осуществлялась и для определения стоимости работ по восстановлению почвенного покрова).

Анализ результатов расчета средних величин удельного ущерба/вреда, нанесенного почвам 2-х железнодорожных объектов города Москвы, а также средней стоимости работ по восстановлению почвенного покрова, отраженных на рис. 6.1., позволяет сделать следующие заключения:

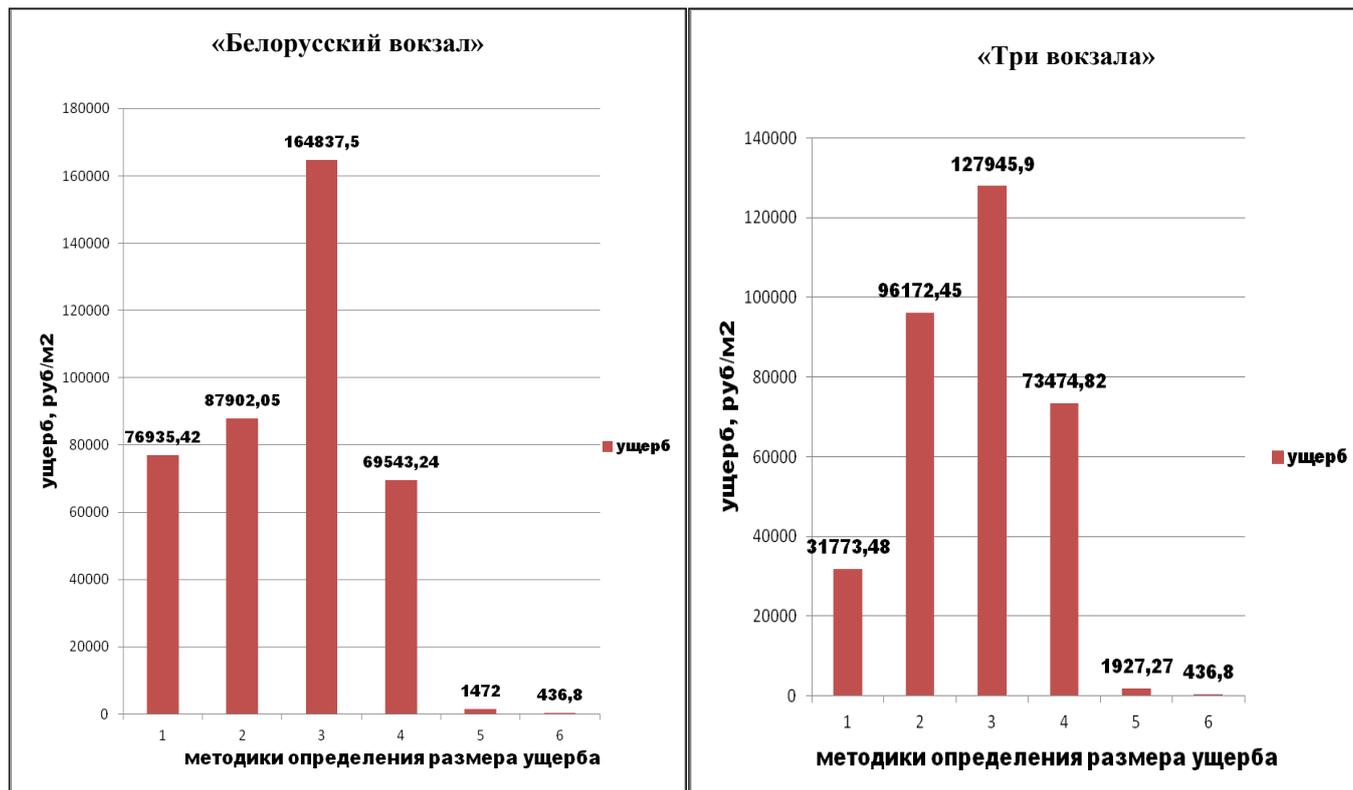
1) максимальный размер удельного ущерба/вреда (164837,5 руб./м² для «Белорусского вокзала», 127945,9 руб./м² для «Трех вокзалов») определяется при суммировании результатов, полученных при использовании федеральных методик «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Минприроды России, 1993) и «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (Минприроды России, Роскомзем, 1994), что связано с высокой нормативной ценой, применяемой в формулах расчета, и одновременном учете и загрязнения, и деградации (это не предусмотрено в других методиках);

2) невысокие значения ущерба/вреда, полученные при использовании «Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (2010) - 1472 руб./м² для «Белорусского вокзала» и 1927,27 руб./м² для «Трех вокзалов» -, наиболее близки к стоимости работ по восстановлению почв от их загрязнения и деградации (436,80 руб./м² для обоих железнодорожных объектов), что позволяет считать указанную методику наиболее приемлемой для использования в практике природопользования;

2) применение московской «Методики оценки размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения, захламления, нарушения (в том числе запечатывания) и иного ухудшения качества городских почв» (2008) также как и в случае с федеральными методиками 1993 и 1994 годов привело к получению достаточно высоких результатов (размеры вреда - 69543,24руб. руб./м² для «Белорусского вокзала» и 73474,82 руб./м² для «Трех вокзалов»).

После практического ознакомления с методиками оценки величины ущерба/вреда, нанесенного почвам железнодорожных объектов, были сформулированы следующие рекомендации по их корректировке:

- система оценки ущерба/вреда должна включать дополнительные показатели качества почвы, в частности, - их биологических (бактериальная масса, интенсивность дыхания) и физических свойств (плотность, порозность);
- необходимо учитывать причинение вреда здоровью и имуществу человека в результате загрязнения, деградации и захламления почв;
- необходимо пересмотреть значения целого ряда коэффициентов, используемых при расчете ущерба/вреда: например, в «Порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (1993) при загрязнении слоя почвы мощностью 0-10 см используется коэффициент пересчета Кг, равный единице и, соответственно, не увеличивающий размеры ущерба/вреда; между тем, именно этот слой позволяет выполнять почве важнейшие функции в экосистемах (Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 2000).



Примечание:

- 1- Величина ущерба, вычисленного с использованием «Порядка определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Минприроды России, 1993);
- 2- Величина ущерба, вычисленного с использованием «Методики определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (Минприроды России, Роскомзем, 1994);
- 3- Суммарный ущерб от загрязнения и деградации, рассчитанный с использованием методик 1 и 2;
- 4- Величина ущерба, вычисленного с использованием «Методики исчисления размера ущерба, вызванного захлаплением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы» (Правительство Москвы, 2008)
- 5- Величина вреда, вычисленного с использованием «Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (Минприроды России, 2010)
- 6- Стоимость работ по восстановлению территории железнодорожных объектов

Рис.6.1. Средние величины удельного ущерба/вреда, нанесенного почвам железнодорожных объектов города Москвы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение показателей экологического состояния почвенного покрова двух железнодорожных объектов, расположенных в ЦАО города Москвы, сопровождалось определенными методическими сложностями, главная из которых – затрудненность разделения «общегородской» техногенной нагрузки на почвы (характерной для основных функциональных зон города) от «специфической», связанной с деятельностью на объектах железнодорожного транспорта. При этом указанную деятельность на железнодорожных объектах также можно разделить на ту, которая обусловлена передвижением железнодорожных составов (пассажирских и/или грузовых), и ту, которая направлена на обслуживание этих составов (ремонтные депо и т.д.). Все это дает необыкновенно пеструю картину антропогенных почвенных свойств в пределах железнодорожных объектов. Применение статистических методов обработки полученных результатов позволило хоть в какой-то степени упорядочить результаты аналитических исследований почв в пределах каждого из железнодорожных объектов и при сопоставлении этих результатов с результатами анализа почв «фоновых» территорий.

Так, были показаны зоны преимущественной аккумуляции загрязняющих веществ и повышенных значений магнитной восприимчивости почв в пределах каждого железнодорожного объекта при помощи F-теста (распределение Фишера), исходя из того, что измеренное расстояние до ближайшего железнодорожного полотна – фактор воздействия на почвы. При этом было сделано следующее допущение: оценивается только воздействие от ближайшего железнодорожного полотна и, соответственно, не оценивается техногенное воздействие от других полотен и других техногенных факторов.

Использование t-критерия (распределение Стьюдента) позволило установить, что почвы исследуемых железнодорожных объектов значительно отличаются от почв прилегающих территорий, условно обозначенных «фоновыми», по содержанию ряда тяжелых металлов, органических загрязнителей и магнитной восприимчивости.

Выявленная специфика почв и почвоподобных тел железнодорожных объектов свидетельствует о том, что эти территории могут являться источниками токсических элементов в сопредельные урбоэкосистемы. Таким образом, создание системы почвенно-экологического мониторинга железнодорожных объектов является насущной задачей, стоящей перед экологическими службами столицы.

Кроме того, городские экологические службы должны заинтересоваться величиной ущерба/вреда, нанесенного почвам железнодорожных объектов в результате их загрязнения и деградации. Рассчитанные по различным методикам величины ущерба/вреда свидетельствуют о бедственном состоянии почв этих территорий и необходимости материальных вложений в нормализацию экологической обстановки. Главная задача здесь – снижение тех рисков заболеваемости людей в пределах железнодорожных объектов и за их пределами, которые связаны с загрязнением почв высокотоксичными веществами.

Выполненная диссертационная работа может послужить определенным подспорьем исследователям техногенных (включая транспортные) территорий в мегаполисах.

ВЫВОДЫ:

1. В существующих исследованиях показано, что достаточно крупные и длительное время действующие железнодорожные узлы оказывают воздействия на относительно большие прилегающие территории (до 550-1000 метров от железнодорожного полотна), выражающиеся в превышении существующих санитарно-гигиенических нормативов. Основными загрязняющими веществами в зонах влияния железнодорожного транспорта являются нефтепродукты и тяжелые металлы.

2. Хемоземы и техногенные поверхностные образования железнодорожных объектов «Белорусский вокзал» и «Три вокзала» ЦАО города Москвы характеризуются нейтральной и слабощелочной реакцией среды, повышенным содержанием обменного калия и подвижного фосфора, что является типичным для городских почв. Плотность сложения исследуемых почв близка к оптимальной, а содержание углерода крайне невелико и существенно ниже нормативных значений, установленных для почвогрунтов, применяемых в Москве для целей озеленения и благоустройства.

3. Средние значения магнитной восприимчивости почв «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов» соответствуют градации «ареал техногенный сильнонагруженный». При этом содержание оксидов железа в почвах железнодорожных объектов достоверно выше, чем в почвах соответствующих «фоновых» территорий. Распределение Фишера выявляет достоверное увеличение магнитной восприимчивости в непосредственной близости от железнодорожного пути – в зоне 0-10 м для железнодорожного объекта «Белорусский вокзал» и в зоне 0-8 м для объекта «Три вокзала».

4. В почвах обоих железнодорожных объектов установлено повышенное (более ПДК) содержание бенз(а)пирена, мышьяка, меди, цинка, свинца и кадмия. 4-й (высокий) и 5-й (очень высокий) уровни загрязнения отдельных пробных площадок были обнаружены для бенз(а)пирена, нефтепродуктов, свинца и меди.

5. Средняя величина суммарного показателя загрязнения почв Zc «Белорусского вокзала» и «Трех вокзалов» соответствует категории «опасная». Применение критерия Стьюдента показало достоверность отличия по величине Zc

почв «Трех вокзалов» от почв соответствующей фоновой территории (для почв ж/д объекта «Белорусский вокзал» таких закономерностей не установлено).

Для объекта «Три вокзала» была установлена локализация повышенных значений суммарного показателя загрязнения почв Z_c в зоне 0-9 м от края железнодорожного полотна. Дифференциация внутри объекта «Белорусский вокзал» по величине Z_c не была обнаружена.

6. Уровни потери экологического качества почв обоих железнодорожных объектов варьируют от 4-го (высокого) до 5-го (катастрофического), что обусловлено высоким содержанием ряда токсических веществ (в первую очередь, бенз(а)пирена и нефтепродуктов), а также значительными показателями деградации (например, крайне низким содержанием доступного фосфора, обменного калия, органического углерода).

7. В целом, экологическое состояние почв, определяемое главным образом их магнитной восприимчивостью и содержанием загрязняющих веществ, вблизи железнодорожного полотна хуже, чем на удалении от него, однако степень «дифференцированности» почв придорожных полос по показателям химических свойств различна: на территории «Белорусского вокзала» выделяются зоны повышенного содержания некоторых токсикантов (нефтепродукты и цинк) не только рядом с железнодорожным полотном, но и на определенном расстоянии от него; на территории «Трех вокзалов» в большинстве случаев фиксируются локализации достаточно высокой концентрации магнитных оксидов железа, тяжелых металлов и нефтепродуктов в непосредственной близости от железнодорожного пути (зона 0-8 м).

8. Почвы исследуемых железнодорожных объектов значимо отличаются от почв прилегающих территорий, условно обозначенных «фоновыми», по содержанию ряда тяжелых металлов, органических загрязнителей и магнитной восприимчивости.

9. Стоимость работ по очистке загрязненных почв железнодорожных объектов и проведению биологического этапа рекультивации ниже величин ущерба/вреда от загрязнения и деградации этого же почвенного покрова, рассчитанных в соответствии с основными российскими методиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия : учеб. / В.А. Алексеенко.- М. : Логос, 2000. - 627 с.
2. Алексеенко, В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда/ В.А. Алексеенко. - М.: Наука, 1990. - 142 с.
3. Алехин В.В. Растительность и геоботанические районы Московской и сопредельных областей. М.: изд-во МОИП, 1947. 69 с.
4. Анализ заболеваемости работников железнодорожного транспорта в связи с уровнем магнитных полей от тяговых двигателей / В.А. Кудрин [и др.] //Гигиена и санитария. - 1995. - № 3. - С. 13-16.
5. Багриновский К.А., Лемешев М.Я. О планировании экономического развития с учетом требований экологии// Экология. 1976. №4. С.681- 691.
6. Бельгебаев М.Е. О предельно допустимой величине эрозии почв// Труды ВНИАЛМИ. Волгоград, 1970. Вып. 1.
7. Берзин, А.Я. Загрязнение металлами растений в придорожных зонах автомагистралей / А.Я. Берзин // Загрязнение природной среды выбросами автотранспорта. -Рига: Зинатне, 1980. — С.28-45.
8. Бобылев С. Н., Ходжаев А. Ш. Экономика природопользования: Учебное пособие. М.: ТЕИС, 1997. 272 с.
9. Большаков, В.А. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами / В.А. Большаков, Н.Я. Гальпер, Г.А. Клименко, Т.Н. Лычкина. - М.: Гидрометеоиздат, 1978.-49 с.
10. Васильевская В.Д. Проблемы и опыт составления карт устойчивости почвенного покрова к антропогенным воздействиям // Биол. науки. 1990. №9. С. 51-59.
11. Вернадский В.И. Биосфера. М.-Л.: Научно-техническое теоретическое издательство, 1926. 147 с.
12. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки. М.-Л.:Изд-во АН СССР, 1940.
13. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы и ее окружения. М.: Наука, 1965.

14. Вертинская Г.К. Методика отбора проб почвы при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Г.К. Вертинская, С.Г. Малахов, Э.П. Махонько // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах : тр. V Всесоюз. совещ. - Л., 1989. - С. 94-100.
15. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. М.:ГЕОС, 1998. 418 с.
16. Виноградов Б.В., Орлов В.А., Снакин В.В. Биотические критерии зон экологического бедствия России //Изв. РАН, сер. геогр. 1993. №5.
17. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург: Наука, 1994.
18. Воронов А.Г. Геоботаника : учеб. пособие / А.Г. Воронов. - М. : Высш. шк., 1963.-373 с.
19. Временная инструкция «Оценка воздействия строительства на окружающую среду в проектах железных и автомобильных дорог». М., 1994.
20. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. – Госкомэкология России. Утверждена Председателем Госкомэкологии России В.И. Даниловым-Данильяном 09 марта 1999 г. М. , 1999.
21. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв. М.: Гидрометеиздат. Ч. 2. 1984.
22. Гарин, В.М. Промышленная экология / В.М. Гарин, И.А. Кленова, В.И. Колесников. - М.: Маршрут, 2005. - 328 с.
23. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. М.-Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.
24. Гичев Ю.П. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека: аналит. обзор / Ю.П. Гичев, Ю.Ю. Гичев ; СО РАН. ГПНТБ. - Новосибирск, 1999.- 90 с.
25. Гладышева М.А., Иванов А.В., Строганова М.Н. Выявление ареалов техногенно-загрязненных почв Москвы по их магнитной восприимчивости//Почвоведение. 2007. №2. С. 235-242.

26. Глазовская М.А. Принципы классификации почв по опасности их загрязнения тяжелыми металлами / М.А. Глазовская // Биол. науки. - 1989. - №9.-С. 38-47.
27. Горшков В.Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды. М., ВИНТИ, 1990.
28. ГОСТ 17.0.02-79 Охрана природы. Метрологическое обеспечения контроля загрязнённости атмосферы, поверхностных вод и почвы.
29. ГОСТ 17.1.4.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. - М. : Изд-во стандартов, 1981. - 4 с.
30. ГОСТ 17.4.1.02,-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. - М.: Изд-во стандартов, 1984. - 8 с.
31. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических элементов для контроля загрязнения.
32. ГОСТ 17.4.3.01.-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. - М.: Изд-во стандартов, 1984. — 4 с.
33. ГОСТ 17.5.3.02-90 Охрана природы. Земли. Нормы выделения на землях государственного лесного фонда защитных полос вдоль железнодорожных и автомобильных дорог. - М. : Изд-во стандартов, 1990, - 6 с.
34. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1996 году». М. : Центр международных проектов, 1997.- 510 с.
35. Гродзинский М.Д. Эмпирические и формально-статистические методы определения допустимых и нормальных состояний геосистем // Нормативные подходы к определению норм нагрузок на ландшафты. М., 1988.
36. Гурман В.И. Вырожденные задачи оптимального управления. М.: Наука, 1977. 302 с.
37. Гурман В.И., Константинов Г.И. Нормирование воздействий на динамические системы//АиТ. 1977. №9. С. 92- 97.
38. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1972. 264 с.

39. Добровольский Г.В. Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 137 с.
40. Добровольский Г.В. Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика»2000, 185с.
41. Добровольский Г.В. Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 270 с.
42. Добровольский Г.В. Экология и почвоведение // Почвоведение. 1989. №12. С.5-12.
43. Добровольский Г.В., Орлов Д.С., Гришина Л.А. Почвенный комплексный мониторинг. Почвоведение, 1983, № 10, с.26-34.
44. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв и почвенное районирование Центрального экономического района СССР. М.: Изд-во МГУ. 1972. 470 с.
45. Докучаев В.В. Избранные сочинения. М.: Сельхозгиз, 1948 -1949. Т. 1 –3.
46. Еланский Н.Ф. Примеси в атмосфере континентальной России / Н.Ф. Еланский // Природа. - 2002. - № 2. - С. 3-11.
47. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. №136-ФЗ. М.: Юрайт-М, 2002.
48. Ильин В.Б. Фоновое содержание мышьяка в почвах Западной Сибири. -Агрохимия, 1992, №6, с. 94-98.
49. Инженерно – экологические изыскания для строительства. Свод правил 11-102-97, 1997.
50. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях /А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. - М.: Мир, 1989. - 439 с.
51. Каверина Н.В. Геоэкологическая оценка воздействия железнодорожного транспорта на экосистемы прилегающих территорий. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2004. 209 с.

52. Казанцев И.В. Экологическая оценка влияния железнодорожного транспорта на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.16 - экология. Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2007. 166 с.

53. Казанцев, И.В. Влияние лесных насаждений вблизи железнодорожного полотна на почвы / И.В. Казанцев, П.П. Пурыгин // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта. Материалы 2 международной конференции. - Самара 2005. - С. 303-304.

54. Калинин Б.К. Общий курс железных дорог : учеб. для сред. ПТУ / В.К. Калинин, Н.К. Сологуб, А.А. Казаков. - М.: Высш. шк., 1986. - 304 с.

55. Карминский, В.Д. Экологические проблемы и энергосбережение /В.Д. Карминский, В.И. Колесников, Ю.А. Жданов, В.М. Гарин. - М.: Маршрут, 2004. - 592 с.

56. Киселева, Л.В. Климатология и метеорология на железнодорожном транспорте / Л.В. Киселева, СВ. Васильев, Т.В. Гаранина. -М.: УМК МПС России, 2002. - 189 с.

57. Классификация и диагностика почв СССР. 1977. М.: Колос, 1977. 222 с.

58. Кобата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кобата-Пендиас, Х. Пендиас. - М.: Мир, 1989. - С. 191-201.

59. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974.

60. Ковальский В.В. Геохимическая экология — основа системы биогеохимического районирования / В.В. Ковальский // Труды Биогеохимической лаборатории АН СССР. - М., 1978. - Т. 15. - С. 3-21.

61. Ковда В.А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком / В.А. Ковда // Биогеохимические циклы в биосфере. - М., 1976. - С. 19-85.

62. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда. - М. : Наука, 1985.-262 с.

63. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.:Наука, 1985. 212 с.

64. Ковда, В.А. Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда. - М.: Наука, 1985.-102 с.
65. Ковда, В.А. Великий круговорот / В.А. Ковда // Человек и природа, 1976.- №1.-С. 7-71.
66. Козаренко О.М. Поступление тяжелых металлов на поверхность листьев растений в течение вегетационного периода в лиственных лесах Калужской области / О.М. Козаренко, А.Е. Козаренко // Тяжелые металлы в окружающей среде: материалы междунароод, симп., 15-18 окт. 1996. - Пушино, 1997. - С. 118-119.
67. Кочуров Б. И. Принципы и критерии определения территории экологического бедствия // Изв. РАН Сер геогр. 1993. №5. С 67—76.
68. Кочуров Б.И. География экологических ситуаций (экодиагностика территорий).- М., 1997. - 131 с.
69. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Учебное пособие. Смоленск: СГУ, 1999. 154 с.
70. Кочуров Б.И. На пути создания экологической карты СССР//Природа. 1989. №8. С. 10 – 17.
71. Кочуров Б.И. Пространственный анализ экологических ситуаций. Автореф. дисс. доктор. географ. наук.- М., 1994.- 39 с.
72. Кочуров Б.И. Экологический риск и возникновение острых экологических ситуаций//Известия РАН, сер. геогр. 1992. №2. С.112-122.
73. Кочуров Б.И., Антипова А.В., Денисова Т.Б. Изучение и прогнозирование глобальных, региональных и локальных экологических ситуаций (на примере СССР)//Глобальные изменения и региональные взаимосвязи: географический анализ. М.: ИГАН СССР, 1992. С. 204 – 223.
74. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М.: Минприроды России, 1992.
75. Лосев К.С. Экология России в конце XX века//Известия РГО. 1992. №2.
76. Лялин Н.Н. Природа Тульской области. Тула, 1953. С.118.

77. Макаров О.А., Тюменцев И.В., Кузнецова Т.Н. Опыт экологического нормирования окружающей природной среды Московской области// Экология и промышленность России. 2001. Июнь. С. 30 - 32.

78. Маслов Н.Н. Защита от электромагнитных излучений / Н.Н. Маслов //Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте. - М., 1995. — 238 с.

79. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рэндерс Й., Беренс Ш В.В. Пределы роста. 2-е изд М.: МГУ, 1991.

80. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды. Утверждена приказом Минприроды России от 8 июля 2010 № 238.

81. Методика исчисления размера ущерба, вызванного захлаплением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы. Утверждена Постановлением Правительства Москвы от 22 июля 2008 г. № 589-ПП.

82. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель // Сборник нормативных актов «Охрана почв». М.:РЭФИА, 1996.

83. Методика прогнозирования возможных деформаций земляного полотна на основе применения геолого-аналитического метода. - М.: Транспорт, 2005. - 48 с.

84. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель // Сборник нормативных актов «Охрана почв». М.: Изд-во РЭФИА, 1996. – С. 174-196.

85. Методические рекомендации по применению биотестирования для оценки качества воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. МР № ЦОС ПВР 005-95, 1995.

86. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. Гидрометеиздат, 1981.

87. Мотузова Г.В. Уровни и природа варьирования содержания микроэлементов в почвах лесных биогеоценозов. В кн. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т.XIV. С.-П., Гидрометеиздат, 1992, с.57-68.

88. Мотузова Г.В., Карпова Е.А. О программе почвенного биосферного мониторинга. Почвоведение, 1985, № 3, 131-136.
89. Мотузова Г.В., Карпова Е.А., Малинина М.С., Чичева Т.Б. Почвенно-химический мониторинг фоновых территорий, . М., МГУ, 1989, 87 С..
90. Никифорова Е.М. Геохимическая оценка загрязнения тяжелыми металлами почв и растений городских экосистем Перовского района Москвы / Е.М. Никифорова, Г.Г. Лазукова // Вестн. Московск. ун-та Сер. 5, География. - 1991.- №3.-С. 44-53.
91. Оптимальное управление природно-экономическими системами/ Отв. ред. В.И. Гурман, А.И. Москаленко. М.: Наука, 1980. 296 с.
92. Оптимальное управление природно-экономическими системами/Отв. редакторы В.И. Гурман, А.И. Москаленко. М.: Наука, 1980. 296 с.
93. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте / Н.И. Зубрев. - М.: УМК МПС России, 1999. 592 с.
94. Охрана труда и основы экологии на железнодорожном транспорте и в транспортном строительстве / В.С. Крутяков, А.А. Прохоров, Ю.Г. Сибаров -М.: Транспорт, 1993. - 352 с.
95. Охрана труда на железнодорожном транспорте и в транспортном строительстве / В.С. Крутяков —М.: Транспорт, 1983. —416 с.
96. Оценка и экологический контроль состояния окружающей природной среды региона (на примере Тульской области)/ М.: Изд-во МГУ, 2001. 256 с.
97. Оценка экологического состояния почвенно-земельных ресурсов и окружающей природной среды Московской области./ Под общей редакцией академика РАН Г.В. Добровольского, члена-корреспондента РАН С.А. Шобы. М.: Изд-во МГУ, 2000. 221 с.
98. Оценка экологического состояния почвенно-земельных ресурсов региона в зонах влияния промышленных предприятий (на примере Тульской области)/ Под общей редакцией академика РАН Г.В. Добровольского, С.А. Шобы. М.: Изд-во МГУ, 1999. 252 с.
99. Павлова Е.И. Экология транспорта : учеб. для вузов / Е.И.Павлова. - М. : Транспорт, 2000. - 248 с.

100. Павлова, Е.И. Экология транспорта / Е.И. Павлова, Ю.В. Буралев. - М.: Транспорт, 1998.-232 с.
101. Перельман А.И. Геохимические принципы классификации ландшафтов//Вестник Московского ун-та. 1960. №4.
102. Перельман А.И. Геохимия ландшафта : учеб. пособие / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. - М. : Астрей-2000, 1999. - 768 с.
103. Перельман А.И. Геохимия техногенеза / А.И. Перельман // Проблемы минерального сырья.-М., 1975.-С. 199-208.
104. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1993. 208 с.
105. Полевое обследование и картографирование уровня загрязнения почвенного покрова техногенными выбросами через атмосферу (Методические указания). ВАСХНИЛ, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1980
106. Полуэктов Е.В. О предельно допустимых размерах смыва почвы // Почвоведение. 1981. №11.
107. Попович Л.Н. Поступление, содержание и перераспределение загрязняющих веществ в почве / Л.Н. Попович // Международный сельскохозяйственный журнал. - 1993. - № 1. - С. 48-53.
108. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами // Сборник нормативных актов «Охрана почв». М.: РЭФИА,1996.
109. Постановление Правительства Москвы № 514-ПП от 27 июля 2004 «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве» (в ред. ППМ № 594-ПП от 9 августа 2005).
110. Постановление Правительства Москвы от 09.08.2005 N 594-ПП «О внесении изменений и дополнений в Постановление Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. № 514-ПП
111. Почвенно-химический мониторинг фоновых территорий / Г.В. Мотузова [и др.]; под ред. Г.В. Мотузовой. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 86 с.

112. Правила установления и использования полос отвода и охранных зон железных дорог. Утверждены Постановлением Правительства РФ от 12 октября 2006 г. N 611.
113. Припутина И.В. Эколого-геохимическая оценка содержания тяжелых металлов в городских ландшафтах малого промышленного города Подмосковья / И.В. Припутина, В.П. Учватов, В.Н. Башкин // Тяжелые металлы в окружающей среде : материалы междунароод, симп., 15-18 окт. 1996. - Пушино, 1997.-С. 120-129.
114. Прокофьева Т.В. Городские почвы, запечатанные дорожными покрытиями: на примере г. Москвы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.27 - почвоведение. М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 1998. 153 с.
115. Просенков В.И. Изменение температуры и минерализации подземных вод на территории Москвы//Разведка и охрана недр. 1974. № 12.
116. Ратанова М.П. Экологические основы общественного производства / М.П. Ратанова. - Смоленск : Изд-во Смоленск, ун-та, 1999. - 176 с.
117. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
118. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М.: Наука, 1982.
119. Рекомендации по градостроительству и инженерной защите памятников истории и культуры г. Москвы. М., 1990.
120. Розанов Б.Г. Основы учения об окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1984. 372 с.
121. Савельева Л.Е. К оценке уровней содержания свинца в почвах техногенных ландшафтов (Белгородская и Курская области) / Л.Е. Савельева //
122. СанПиН 4266-87 «Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами». М., 1987.
123. Светлосанов В.А. Устойчивость и стабильность природных экосистем //Итоги науки и техники. Сер. Теоретические и общие вопросы географии. Т.8. 1990.

124. Свинцов, Е.С. Экологическое обоснование проектных решений /Е.С. Свинцов, О.Б. Суровцева, М.В. Тишкина. -М.: Маршрут, 2006. - 302 с.
125. Свирежев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М.: Наука, 1987. 368 с.
126. Скурлатов Ю.И. Введение в экологическую химию / Ю.И. Скурлатов, Г.Г. Дука, А. Мизити. - М.: Высш. шк., 1994. - 400 с.
127. Смагин А.В., Шоба С.А., Макаров О.А. Экологическая оценка почвенных ресурсов и технологии их воспроизводства (на примере г. Москвы). М.: Изд-во МГУ, 2008. 360 с.
128. Снакин В.В., Мельченко В.Е., Бутовский Р.О. и др. Оценка состояния и устойчивости экосистем. М. 1992.
129. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н.П. Солнцева. - М.: Изд-во МГУ, 1998. - 376 с.
130. Солнцева Н.П. Особенности загрязнения почв при нефтедобыче / Н.П. Солнцева, Ю.И. Пиковский // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах: тр. П Всесоюз. совещ. - Л., 1980. - С. 82-95.
131. Сотников Е.А. Железные дороги мира из XIX в XXI век / Е.А. Сотников; под ред. М.В. Пономаренко. - М.: Транспорт, 1993. - 200 с .
132. СП 32-104-98 «Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм». 1999.
133. СП 32-104-98 «Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм» (1999).
134. Стратегия инновационного развития ОАО "Российские железные дороги" на период до 2015 года, от 26.10.2010 г.
135. Техногенез и эколого-геохимические особенности почв селитебных ландшафтов / В.А. Алексеенко [и др.] // Современные методы эколого-геохимической оценки состояния и изменений окружающей среды : докл. Международ. шк., НИИ Геохимии биосферы РГУ, 15-20 сент. 2003 г. — Новосибирск, 2003. - С. 4-11.
136. Тяжелые металлы в окружающей среде : сб. науч. тр. - М., 1980. - С. 63-69.

137. Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 года N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
138. Федеральный закон «О железнодорожном транспорте» от 10 января 2003 года N17-ФЗ.
139. Федоров В.Д. Проблема предельно допустимых воздействий антропогенного фактора с позиции эколога // Всесторонний анализ окружающей природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1976.
140. Цветкова, Н.Н. Микроэлементы в жизни степного леса // Вопросы степного лесоведения и охраны природы / Н.Н. Цветкова—Днепропетровск, 1975. - С. 50-54.
141. Шанайца, П.С. Природоохранная деятельность на железнодорожном транспорте / П.С. Шанайца, Н.В. Москалев // Ж.-д. транспорт. Сер. Экология и железнодорожный транспорт. ЭИ/ЦНИИТЭИ, 2003. - Вып. 1. —С. 1-12.
142. Экологическая стратегия ОАО "РЖД" на период до 2015 года и перспективу до 2030 года, утверждена распоряжением ОАО "РЖД" от 13 февраля 2009 г. N 293р.
143. Экологические аспекты медицины./ ред. Ю.П. Гичев. - Новосибирск, 1996.-С. 80-87.
144. Экологический словарь. - Москва: КОНКОРД Лтд, 1993. 202 с.
145. Экологический энциклопедический словарь. М.: Ноосфера, 1999. 930 с.
146. Эколого-геохимические оценки городов / Н.С. Касимов [и др.] // Вести. Моск. ун-та Сер. 5, География. - 1990. - № 3. - С. 3-12.
147. Яковлев А.С. Биологическая диагностика целинных и антропогенно измененных почв. Автореферат на соискание ученой степени д-ра биол. наук. М.: МГУ, 1997.
148. Anzacc U. Guidelines and Criteria for Determining the Need for and Level of Environmental Impact Assessment in Australia. Draft Canberra. 1993.
149. Bendix S. How to Write a Socially Useful EIS// Improving Impact Assessment: Increasing the Relevance and Utilization of Scientific and Technical Information. Colorado. Chapter 13. 1984.

150. Bertalanffy L. Problems of life. London, 1952.
151. Bisset R. EIA: Issues, Trends and Practice. The Environment and Economics Unit UNEP. Nairobi. 1995.
152. Bisset R. EIA: Issues, Trends & Practice. The Environment and Economics Unit UNEP. Nairobi. 1996.
153. Biswas A and Qu Geping Environmental Impact Assessment for Developing Countries. Tycooly. 1987.
154. Boulton A. Sparks fly over electromagnetic link with cancer / A. Boulton //BMJ: British Medical Journal. - 1996. - Vol. 312, № 7029. - P. 463.
155. Boyle J and Mubvami T. Training Manual for Environmental Impact Assessment in Zimbabwe. Department of Natural Resources Ministry of Environment and Tourism. Zimbabwe. 1995.
156. Bregha F., Benidickson J., Gamble D., Shillington T. and Weick E. The Integration of Environmental Considerations into Government Policy. Canadian Environmental Assessment Research Council. Quebec. 1990.
157. Cairns J. and Niederlehner B. R. Ecological Function and Resilience: Neglected Criteria for Environmental Impact Assessment and Ecological Risk Analysis. The Environmental Professional, vol.. 15.1993. p. 116- 124.
158. Canter L. W. and Canty G. A. Impact Significance Determination - Basic Considerations and a Sequenced Approach. Environmental Impact Assessment Review. 13(5). 1993. p275-297.
159. Commission of the European Communities, Directorate General for Environment, Nuclear Safety and Civil Protection. Review Checklist ERM. London, 1993
160. Commission of the European Communities, Directorate-General for Development, Environment Manual Development Procedures and Methodology Governing Lome IV Development Co-operation Projects. User's Guide. 1993.
161. Dovers S. Information, Sustainability and Policy//Australian Journal of Environmental Management. Vol. 2. 1995. P. 142-156.

162. Duinker P. and Beanlands G. The Significance of Environmental Impacts: An Exploration of the Concept// Environmental Management. Vol. 10, no. 1 1986. p. 1-10.
163. Dzantiev B., Zherdev A. et al, New express immunoanalytical methods for pesticides assay in water and food. Int. Congress on Analytical chemistry . Abstracts. V 2, 1997. M. June 15-21.
164. Enhanced deposition of radon daughter nuclei in the vicinity of power frequency electromagnetic fields / D.L. Henshaw [et al.] // Int. J. Radiat. Biol. - 1996. - Vol. 69, № 1. - P. 25-38.
165. Folk M. A Review of Environmental impact Assessment Methodologies in the United States. Institut fur Orts - Regional and Landesplanung. Zurich, 1982.
166. Forrester J.W. World Dynamics. Cambridge. 1971.
167. Glasson J., Therivel, R. and Chadwick, A. Introduction and Principles//Introduction to Environmental Impact Assessment, ed. Glasson et al. UCL Press. London, 1994. p. 2-24.
168. Hutchinson T.C. Heavy-metal pollution in the Sudbery mining and Smelting Region of Canada. I. Soil and vegetation contamination by nickel, copper and other metals / T.C. Hutchinson, L.M. Whitby // Environ. Consev. - 1974. - Vol. 1, № 2. - P. 123-132.
169. Jacobs P. and Sadler B. (undated) Sustainable Development and Environmental Assessment: Perspectives on Planning for a Common Future. Canadian Environmental Assessment Research Council. Quebec
170. Lawrence D. P. Quantitative versus Qualitative: A False Dichotomy?// Environmental Impact Assessment Review, vol.. 13 1993. p. 3-11.
171. Lawrence D. P. Designing and Adapting the EIA Planning Process. The Environmental Professional. vol.. 16. 1994. p. 2-21
172. Le Blanc F. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal / F. Le Blanc, J. de Sloover // Can. J. Bot.-1985.-P. 185-196.
173. Lee N. and Colley R. Reviewing the Quality of Environmental Statements. Occasional Paper Number 24. EIA Centre. University of Manchester. 1990.

174. Lee N. and Walsh F. Strategic Environmental Assessment: An Overview, Project Appraisal 7(3). 1992. p. 126-136
175. Leenaers H., Okx J.P., Burrough P.A. Comparison of spatial prediction method for mapping floodplain soil pollytion. Catena, 1990.
176. Malik M. (1995) Environmental Procedures of International Organizations - a Preliminary Evaluation. The Environmental Professional, vol.. 17 1995. p. 93-102.
177. Meadows D.H. et al. The Limit to Growth. N.Y., 1972.
178. Melekhina L.A., Lobanov F.L. et al. "Chemical x - fluorescent method of determination of cadmium and lead in waste and natural water ". Int. Congress on Analitical chemistry. Abstracts , V 2, 1997 . M.,June 15 – 21.
179. Odum E.P. Fundamentals of ecology. Philadelphia and London. 1959.
180. Rees W. E. A Role for Environmental Assessment in Achieving Sustainable Development. Environmental Impact Assessment Review. vol.. 8. 1988. p. 273-291.
181. Rees, W. E. A Role for Environmental Assessment in Achieving Sustainable Development//Environmental Impact Assessment Review. 1988. p. 273-291.
182. Resource Assessment Commission. Multi Criteria Analysis as a Resource Assessment Tool. Research Paper No.6. 1992. p. 1-11
183. Robinson N. A. EIA Abroad: The Comparative and Transnational Experience. In Environmental Analysis: The NEPA Experience, ed. Hildebrand, S. G. and Cannon, B. J. Lewis Publishers. Florida, 1993.
184. Ross W. A. Evaluating Environmental Impact Statements// Journal of Environmental Management, vol.. 25. 1987. p.137-147
185. Sadler B. Environment Assessment: Toward Improved Effectiveness of Environmental Assessment. Interim Report and Discussion Paper. Canada, 1995.
186. Sadler B. Final Report of the international Study of the Effectiveness of Environmental Assessment. CEAA and IAIA. Canada, 1996.
187. Sadler B. and Verheem R. Strategic Environmental Assessment-Status, Challenges and Future Directions. The Hague: forthcoming, 1995.
188. Scholten J. Reviewing EISs/EA reports. EIA Process Strengthening Workshop, Canberra, 1995.

189. Smirnova A.L. Membranes for chemical sensors reversible for double charged anions // Int. Congress on Analytical chemistry . Abstracts , V 1, 1997 , M ., June 15 – 21.
190. Spaling H. and Smit, B. Cumulative Environmental Change: Conceptual Frameworks, Evaluation Approaches and Institutional Perspectives. Environmental Management. 17(5), 1993.p. 587-600.
191. The World Bank. Environmental Assessment Sourcebook. Washington. Vol. 1. 1991.
192. Toburen L.H. Electromagnetic fields, radon and cancer / L.H. Toburen // Lancet. - 1996. - Vol. 347, № 9008. - P. 1059-1060.
193. Tomlinson P. The Use of Methods in Screening and Scoping. Clarke, B. D. et al, eds. Perspectives in Environmental Impact Assessment. Dordrecht: D. Reidel. 1984. p. 163-194.
194. Tony R. Eastham Running off the rails / R. Tony // IEEE Spectrum. - 2003. -January. - P. 32 - 35.
195. Turner M.G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns//Landscape Ecology. V.4. №4.
196. UNDF. Handbook and Guidelines for Environmental Management and Sustainable Development. New York, 1992.
197. UNEP Industry and Environment Office. Guidelines for Assessing Industrial Environmental Impact and Environmental Criteria for the Siting of Industry. Paris: UNEP, 1980.
198. UNEP. An Environmental Impact Assessment framework for Africa. Nairobi, 1994.
199. United Nations Environment Programme (UNEP) Environmental Impact Assessment: Basic Procedures for Developing Countries. UNEP Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, 1988.16 p.
200. United Nations ESCAP Environmental Impact Assessment. Environment and Development Series. 1990.

201. Wandesforde-Smith G., Carpenter R. A. and Horberry J. EIA in Developing Countries: An Introduction. *Environmental Impact Assessment Review* 5(3). 1985. p. 201-206.
202. Wathern P. An Introductory Guide to EIA//Environmental Impact Assessment: Theory and Practice, ed. Wathern, P., Unwin Hyman. London. 1988.p. 3-30.
203. Weinstein D.A., Shugart H.H. Ecological modeling of landscape dynamics//Disturbance and Ecosystems. N.Y.: Springer Verlag, 1983.
204. Welch R. M. Concentration of chromium, nickel and vanadium in plant materials / R.M. Welch, E.E. Gary // *J. Agric. Food Chem.* - 1975.- Vol. 23, № 3. - P. 479-482.
205. Welles H. EIA Capacity-Strengthening in Asia. The USAID/WRI Model. *The Environmental Professional*, vol.. 17. 1995. p. 103-116.
206. Wood C. and Dejeddour M. (1992) Strategic Environmental Assessment: EA of Policies, Plans and Programmes. *Impact Assessment Bulletin* 10(1): p. 3-22.
207. Wood C. and Dejeddour M. Strategic Environmental Assessment: EA of Policies, Plans and Programmes, *Impact Assessment Bulletin*. 10(1) 1992. 3-22.
208. Wood C. M. *Environmental Impact Assessment; A Comparative Review*, Longman Higher Education. Harlow. 1995.
209. Woodcock A., Davis M. *Catastrophe theory*. N.Y., 1978.
210. Zeeman E.C. *Catastrophy theory*// *Sc. Amer.* 1976. №334. p. 65 – 83.