



Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ГОРОДСКИХ ПОЧВ И ГРУНТОВ
И ПРОВЕДЕНИЮ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ
ТЕРРИТОРИЙ, ТРЕБУЮЩИХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ**

Москва – 2004

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ МИНЕРАЛОГИИ, ГЕОХИМИИ И КРИСТАЛЛОХИМИИ
РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ
РЕКОМЕНДАЦИИ**

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ГОРОДСКИХ ПОЧВ И ГРУНТОВ
И ПРОВЕДЕНИЮ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ
ТЕРРИТОРИЙ, ТРЕБУЮЩИХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Одобрено:

Геохимической секцией НРС
МПР России
25 декабря 2003 г



Москва – 2004

Методические рекомендации по определению степени загрязнения городских почв и грунтов и проведению инвентаризации территорий, требующих рекультивации. – М.: ИМГРЭ, 2004, 48 с.

Методические рекомендации разработаны по заданию Департамента природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы. Используются действующие в настоящее время нормативные документы по оценке степени загрязнения почв и грунтов города, а также опыт участия авторов в экологических экспертизах.

Методические рекомендации предназначены для использования предприятиями и организациями, осуществляющими работы, связанные с оценкой уровня загрязнения почв и рекультивацией почв, а также организациями, осуществляющими государственный надзор за проведением таких работ, экспертизу разрешительных, предпроектных и проектных документов, формирование баз данных санитарно-гигиенических параметров состояния окружающей среды.

Авторский коллектив:

С.П.Балашова (ВИМС), В.И.Большаков,
Т.И.Борисочкина (Почвенный институт РАСХН),
Т.В.Прокофьева (МГУ), С.Б.Самаев (ИМГРЭ),
Е.Г.Семутникова (Мосэкомониторинг), А.П.Сизов (Москомзем),
Л.С.Соколов (ИМГРЭ), М.Н.Строганова (МГУ),
А.Б.Толкачев (ВИМС), Н.Я.Трефилова (ИМГРЭ).

Редакторы

С.П.Балашова, С.Б.Самаев,
М.Н.Строганова, Н.Я.Трефилова

© Коллектив авторов
© ИМГРЭ, 2004

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации предлагают единый подход к оценке степени загрязнения почв и проведению инвентаризации территорий г. Москвы, почвы которых нуждаются в рекультивации.

Назначение Методических рекомендаций заключается в обеспечении единства методов оценки загрязнения городских почв и грунтов токсичными химическими веществами, а также в определении необходимого перечня контролируемых показателей.

Методические рекомендации могут применяться в г. Москве предприятиями и организациями любой ведомственной принадлежности и формы собственности, осуществляющими работы, связанные с оценкой уровня загрязнения почв и их рекультивацией, составлением земельных кадастров, экспертным рассмотрением разрешительных, предпроектных и проектных документов, формированием баз данных санитарно-гигиенических параметров состояния окружающей среды.

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В Методических рекомендациях используются следующие термины и определения.

Геохимический фон – свойственные для участка характеристики распределения химических элементов в почвах, химический состав которых не подвержен техногенному воздействию [12].

Городская почва – почва, имеющая созданный человеком поверхностный органико-минеральный слой, полученный перемешиванием, насыпанием, погребением грунта и (или) загрязнением материалами урбаногенного происхождения (строительно-бытовой мусор) [19].

Государственный учет земель – информационная основа землеустройства и управления земельными ресурсами, включающая:

- учет землепользователей (субъектов земельных отношений), которым земля предоставлена для использования по определенному назначению и в определенном правовом режиме;
- учет землепользований (земельных участков – объектов земельных отношений), предоставленных землепользователям, по их фактическому использованию (учет количества земель);
- учет природных свойств и хозяйственно-экологического состояния земель (учет качества земель) [13].

Грунт – слой горной породы, лежащей непосредственно под почвенной толщей [21].

Деградация – процессы, ухудшающие плодородие почв и их качество; в широком смысле – процессы ухудшения состояния земель [21].

Загрязнение – изменение среды за счет привнесения в нее нехарактерных биологических, химических или физических или других компонентов. Загрязнение может быть вызвано естественными или антропогенными факторами (загрязнение естественное и загрязнение антропогенное) [2].

Загрязнение антропогенное – изменение окружающей среды, вызванное прямым или косвенным воздействием человека и его производственной деятельности, которое приводит к отрицательным последствиям, часто опасным для здоровья людей. Загрязнение антропогенное классифицируют по характеру проявления: физическое (электромагнитное, радиоактивное, тепловое и др.), химическое (нефтяное, тяжелыми металлами, легкорастворимыми солями), биологическое (микробное), механическое (замусоривание). По величине территории, охватываемой загрязнением, различают глобальное, региональное, локальное, точечное; по источникам загрязнения – промышленное, сельскохозяйственное, транспортное и др. [2].

Загрязнение биологическое – привнесение в среду и размножение чуждых ей видов организмов, зачастую нежелательных для человека. Загрязнение микроорганизмами называют также бактериологическим или микробиологическим загрязнением [16].

Загрязнение земель (химическое) – изменение их химического состава в результате антропогенной деятельности, способное вызвать ухудшение качества земель. Оно относится, в соответствии с причиной возникновения, к техногенным негативным процессам. Оценивается по загрязнению почв, грунтов или снежного покрова. Загрязнение влияет на экологическое и ряд других аспектов состояния городских земель, так как ухудшает возможность их освоения в соответствии с целевым назначением [1].

Загрязнение локальное – загрязнение на ограниченных территориях, вызванное точечными источниками загрязнения: свалками, складами химических веществ и др. [26].

Загрязнение механическое – привнесение в среду различных чуждых ей предметов, отходов, наносов абиотических, нарушающих ее естественное функционирование (захламление земель) [16].

Загрязнение микробиологическое (микробное) – 1) появление в среде необычно большого количества микроорганизмов, связанное с массовым их размножением на антропогенных субстратах или средах, измененных в ходе хозяйственной деятельности человека; 2) приобретение ранее безвредной (обычно массовой) формой микроорганизмов патогенных свойств или способности подавлять другие организмы в сообществах. Примеры приобретения микроорганизмами патогенных свойств: болотный организм легионелла стал возбудителем болезни ле-

гионеров, сапрофит синегнойная палочка – заболевания рожениц в родильных домах [11].

Загрязнение радиоактивное – форма физического загрязнения, связанного с превышением естественного уровня содержания радиоактивных веществ в среде [11].

Загрязнение сельскохозяйственное – форма антропогенного загрязнения, возникающая при применении пестицидов, фунгицидов, дефолиантов и других агентов, внесении удобрений в количествах, не усваиваемых культурными растениями, сбросе отходов животноводства и других действиях, связанных с сельскохозяйственным производством [11].

Загрязнение тепловое (термальное) – форма физического (обычно антропогенного) загрязнения, происходящего в результате повышения температуры среды, главным образом в связи с промышленными выбросами нагретого воздуха, отходящих газов и вод, тепловых коммуникаций [11].

Загрязнение физическое – привнесение в среду источников энергии (тепла, света, шума, вибрации, гравитации, электромагнитного, радиоактивного излучений и т.п.), проявляющееся в отклонении от нормы ее физических свойств. Различают радиоактивное, световое, тепловое, шумовое, электромагнитное и другие виды [16].

Загрязнение электромагнитное – форма физического загрязнения. Возникает в результате изменения электромагнитных свойств среды (от линий электропередачи, радио и телевидения, работы некоторых промышленных установок и т. п.), приводит к нарушениям работы электронных систем и изменениям в тонких клеточных и молекулярных биологических структурах [11].

Загрязненные почвы и грунты – почвы и грунты, в которых количество загрязняющих веществ находится на уровне или выше предельно допустимых количеств (ПДК или ОДК) [28].

Загрязняющее вещество (токсичное вещество, опасное вещество, вредное вещество, примесь, поллютант) – вещество, способное причинить вред здоровью людей или окружающей среде. В законах ряда стран (США, ФРГ, Канада, Япония, Россия) устанавливаются конкретные загрязняющие вещества, выбросы которых следует контролировать и содержания которых при превышении установленных для них нормативов рассматриваются как загрязнение. В ряде других стран (Швеция, Великобритания) законодательно установлены довольно общие правовые стандарты для выбросов загрязняющих веществ [14].

Захламление земель – накопление (складирование) на земельных участках коммунально-бытовых отходов, отходов производственной деятельности предприятий и транспорта, строительных материалов,

оборудования и т.п. в непредусмотренных для этих целей местах. Захламление относится к техногенным негативным процессам, влияющим на многие аспекты состояния городских земель в результате ухудшения возможностей освоения последних. Несанкционированное размещение отходов является грубым нарушением норм земельного законодательства [15].

Земельный участок города – часть поверхности земной коры, имеющая фиксированную площадь, местоположение, правовой статус, и используемая в интересах города [4].

Инвентаризация нарушенных земель – выявление, учет и картографирование нарушенных земель с определением их площадей и качественного состояния [4].

Негативные процессы на городских землях – комплекс динамических природных и антропогенных явлений, приводящих к отрицательным изменениям состояния городских земель, ухудшению их качественных и количественных характеристик, показателей, параметров, а также к несоответствию городского земельного фонда требованиям освоения, снижению эффективности использования и степени освоения городских земель и, в конечном итоге, к снижению стоимости земель [4].

Плодородный слой почвы – верхняя гумусированная часть почвенного профиля, обладающая благоприятными для роста растений химическими, физическими и биологическими свойствами [32]. Он присутствует в составе почвенного профиля на большинстве ненарушенных и незапечатанных (незаасфальтированных, незастроенных зданиями и сооружениями) земель, в том числе городских. Повреждение плодородного слоя почвы устанавливается в результате натурного обследования земельного участка специалистом службы государственного контроля за использованием и охраной земель. При этом оценивается существующее состояние плодородного почвенного слоя и его соответствие требованиям проектно-строительной документации. В дополнение к визуальным методам могут применяться методы лабораторных анализов.

Порядок осуществления охраны плодородного слоя почвы описан в нормативных документах [27, 32]. Конкретные мероприятия для условий городского строительства обычно утверждаются в составе раздела «Охрана окружающей среды» проектно-строительной документации.

Порча и уничтожение плодородного слоя почвы – частичное или полное разрушение почвенного покрова, характеризующееся ухудшением его физического и биологического состояния, а также снижением (потерей) плодородия почв, вследствие чего использование земельного участка невозможно, либо требует введения специальных ограни-

чений, включая консервацию земель для проведения мероприятий по восстановлению плодородия почв. Порча и уничтожение плодородного слоя почвы является результатом нарушения правил ведения строительных и вскрышных работ, нарушения установленного режима использования земель, хищения, невыполнения или некачественного выполнения обязательных мероприятий, предусмотренных в соответствующих решениях и проектных материалах по снятию и сохранению плодородного слоя почвы, предотвращению ветровой и водной эрозии, подтопления, переувлажнения, заболачивания и других процессов, ухудшающих состояние земель [1].

Почва – самостоятельное естественноисторическое органо-минеральное тело природы, возникшее в результате воздействия живых и мертвых организмов и природных вод на поверхностные горизонты горных пород в различных условиях климата и рельефа [21].

Рекультивация земель – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества [31].

Санитарная охрана почв – система законодательных, организационных и санитарно-технических мероприятий, направленных на предупреждение загрязнения почв промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми выбросами и отходами, а также веществами, целенаправленно применяемыми в сельском и лесном хозяйствах [25].

Санитарное состояние почв – совокупность физико-химических, химических и биологических свойств, которые определяют влияние или потенциальное влияние почвы на здоровье [25].

Свалки санкционированные – специально предусмотренные места для накопления (складирования) на земельных участках коммунально-бытовых отходов, отходов производственной деятельности предприятий и транспорта и т.п. [15].

Техногенез – процесс изменения природных комплексов и биогеоценозов под воздействием производственной деятельности человека [31].

2. ГОРОДСКИЕ ПОЧВЫ, ИХ ОСОБЕННОСТИ, СИСТЕМАТИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

2.1. Роль почвы в городе

2.1.1. Деятельность человека в пределах крупных городов приводит к деградации и часто необратимому изменению окружающей среды. Это вызывает уничтожение на большей части территории естественных

экосистем и возникновение ландшафта «крыш и асфальта» в сочетании с открытыми «незапечатанными» участками, функционирующими в окружающей среде.

2.1.2. В процессе урбанизации формируется природно-городская система (урбоэкосистема), состоящая из фрагментов природных экосистем, селитебных и промышленных зон, транспортных магистралей и др. Она характеризуется созданием новых типов искусственно-созданных систем в результате деградации, уничтожения и (или) замещения природных систем. Антропогенные нарушения функционального круговорота в городской системе зависят от источника и вида вмешательства человека.

2.1.3. Почвы в городе живут и развиваются под воздействием тех же факторов почвообразования, что и естественные почвы (климат, рельеф, материнские породы, растительный и животный мир, время), но при ведущем антропогенном факторе, который воздействует на почву как прямо, так и косвенно, изменяя природные факторы почвообразования. Особенности антропогенного фактора определяются типом хозяйственного использования и историей развития территории. В результате формируются специфические типы почв или почвоподобных тел.

2.1.4. Городские почвы – это почвы, имеющие созданный в результате деятельности человека поверхностный органо-минеральный слой, полученный перемешиванием, насыпанием, погребением и (или) загрязнением материалами антропогенного (урбаногенного) происхождения (строительно-бытовой мусор и др.).

2.1.5. Городские почвы имеют существенные отличия от почв естественного фона окрестностей.

Главными отличиями городских почв от естественных являются:

- формирование почв на насыпных, намывных или перемешанных грунтах и культурном слое;
- наличие включений строительного и бытового мусора в верхних горизонтах;
- высокая степень разных видов загрязнения, в т.ч. токсичными химическими элементами, нефтепродуктами, легкорастворимыми солями;
- изменение кислотно-щелочного баланса с трендом в сторону подщелачивания и увеличения степени окислительно-восстановительного потенциала;
- изменение физико-механических свойств почв (пониженная влагоемкость, повышенная уплотненность, каменистость и другие особенности).

2.1.6. При условии достаточной обеспеченности городских почв основными питательными элементами к лимитирующим факторам поч-

венного плодородия следует отнести: высокие значения рН, переуплотненность, различные виды загрязнения, в том числе химическими элементами и другими токсичными веществами.

2.1.7. Основными функциями городской почвы являются продуктивность, пригодность для произрастания зеленых насаждений, способность абсорбировать в толще загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды.

2.2. Группировка и диагностика городских почв

2.2.1. Поверхностные тела открытых, частично озелененных территорий разделяются на группы почв естественных ненарушенных, естественно-антропогенных поверхностно преобразованных (естественных нарушенных), антропогенных глубоко преобразованных почв – урбаноземов и искусственно созданных поверхностных почвоподобных образований – техноземов; на открытых поверхностях города залегают также непочвенные образования – насыпные, перемешанные, намывные, техногенные и природные грунты (табл. 1).

2.2.2. На заасфальтированных и застроенных территориях под асфальтобетоном или другим дорожным покрытием формируется особая группа почв – почвы «экрanoземы» и запечатанные грунты (табл. 1).

2.2.3. *Естественные ненарушенные* почвы сохраняют нормальное залегание горизонтов естественных почв и приурочены к городским лесам и лесопарковым территориям, расположенным в черте города. Почвы определяются по принятым в России классификациям.

2.2.4. *Естественно-антропогенные поверхностно преобразованные* почвы в городе подвергаются поверхностному изменению почвенного профиля менее 50 см от поверхности. Они сочетают в себе горизонт «урбик» мощностью менее 50 см и ненарушенную нижнюю часть профиля. Почвы сохраняют типовое название с добавлением «урбо»- (*урбо-дерново-подзолистая почва, урбо-аллювиальная* и т.д.)

2.2.5. *Антропогенно-глубоко преобразованные* почвы образуют группу собственно городских почв – *урбаноземов*, в которых урбиковый горизонт имеет мощность более 50 см. Почвы формируются на культурном слое или на насыпных, намывных и перемешанных грунтах.

Урбаноземы, подразделяются на:

- **урбаноземы (собственно)** формируются на культурном слое, на насыпных, перемешанных или намывных грунтах; характеризуются отсутствием генетических горизонтов до глубины 50 см и более; почвенный профиль состоит из серии диагностических горизонтов урбик U1, U2 и т.д., состоящим из своеобразного пылевато-гумусного субстрата разной мощности и качества с примесью городского мусора; мо-

гут подстилаться непроницаемым материалом (асфальтом, фундаментом, бетонными плитами, коммуникациями);

Таблица 1

Систематика поверхностных тел городских территорий

Открытые незапечатанные территории					
Почвы			Почвоподобные тела	Грунты	
Естественные (ненарушенные) с признаками урбогенеза	Антропогенно-преобразованные		Искусственно-созданные		
	Поверхностно-преобразованные	Глубоко преобразованные			
	Урбо-почвы	Урбанозем	Технозем	Грунт природный (насыпной, намывной, перемешанный и т.д.)	Грунт техногенный (шлаки, золы, промотходы и т.д.)
Подзолистая, Аллювиальная, Торфяная и пр.	Урбо-подзолистая Урбо-аллювиальная и пр.	Урбанозем Агроурбанозем Некрозем Интрузем Индустризем	Реплантозем Конструктозем		
Закрытые запечатанные территории					
Под асфальто-бетонным и другим дорожным покрытием			Под фундаментами зданий и строений		
Почвы и почвоподобные тела		Грунты искусственные и естественные	Застроенные		
Экранозем		Запечатанный грунт			

– **агроурбаноземы (культуроземы)** – городские почвы фруктовых и ботанических садов, бывших хорошо окультуренных пашен или старых огородов. Характеризуются большой мощностью гумусового горизонта, наличием перегнойно-торфо-компостных слоев разной мощности, развивающихся на нижней иллювиальной части профиля, на культурном слое или на грунтах разного происхождения.

– **индустриоземы (поллютоземы, хемодеграземы)** – почвы промышленно-коммунальных зон, как правило, уплотненные, бесструктурные, с включением токсичного непочвенного материала объемом

более 20%; сильно загрязненные техногенными химическими элементами и другими токсичными веществами вплоть до уровня чрезвычайно опасных по принятым нормативам; химическое загрязнение изменяет почвенно-поглощающий комплекс почв, предельно сокращает биоразнообразие почвенной биоты и часто делает почву абиотичной.

– **интруземы (нефтеземы, нефтепродуктовые почвы)** формируются в результате проникновения в почвы нефтепродуктов (масел, мазута, бензина) при авариях транспортных систем или от бензозаправочных станций и автомобильных стоянок; это почвы, перекрытые с поверхности или пропитанные в профиле органическими масляно-бензиновыми жидкостями;

– **некроземы** – почвы, входящие в комплекс почв городских кладбищ; перемешанность грунтов более 200 см.

2.2.6. На территории городов формируются почвоподобные техногенные поверхностные образования (**техноземы**). Подобные почвы ранее в городах назывались «почва-грунт», «плодородный грунт» (Землянички, 1963); техноземы различаются по качественному составу, мощности и свойствам органогенного слоя (гумусированные, перегнойные, торфо-компостные), составу и свойствам подстилающей породы и почвообразующего материала.

Они подразделяются на:

– **реплантоземы** – почвы, состоящие из маломощного гумусового слоя, слоя торфо-компостной смеси или слоя органо-минерального вещества, нанесенных на поверхность рекультивируемой породы из смеси насыпных или других свежих грунтов; в основном формируются в районах городских промышленных и селитебных новостроек, на новых газонах.

– **конструктоземы** – искусственно и целенаправленно создаваемые путем конструирования (создания) профиля по природной модели почвы и состоящие из серии слоев грунта разного гранулометрического состава и происхождения, а также плодородного насыпного гумусированного слоя.

2.2.7. Кроме этих почвоподобных образований, в городах имеются участки с безгумусными природными и техногенными открытыми грунтами, а также территории муниципальных мусорных свалок со слабогумусированными или негумусированными минеральными грунтами, частично задерновывающимися; природные грунты могут быть рыхлыми (насыпные, перемешанные, намывные, карьерные выемки и т.д.), различающиеся по генезису и гранулометрическому составу (водноледниковые, аллювиальные, моренные, покровно-суглинистые и т.д.), а также грубообломочные, щебнистые и скальные; техногенные грунты промышленного и урбаногенного происхождения, не встречающиеся в

природе, представлены инертными и токсигенными отходами промышленных производств (шлаки, золы, горелая земля, иловые осадки со станций аэрации и т.д.) и твердыми бытовыми отходами городских свалок.

2.2.8. При современном градостроительстве до 70–90% территории города закрыто асфальтобетоном и другим дорожным покрытием, а также зданиями и строениями; под покрытиями могут быть запечатаны разнообразные почвы, почвоподобные тела и грунты.; запечатанные почвы и грунты – неотъемлемая часть города; выделяется отдельная группа почв, запечатанных под дорожным асфальто-бетонным и каменными покрытиями – **экраноземы**, экранированные почвы; их называют также мощными, запечатанными почвами; при дорожном строительстве часто происходит срезание почвенного профиля до нижележащих грунтов и (или) последующее наложение нового материала – в этом случае появляется группа **«запечатанных грунтов»**.

2.2.9. Большое значение для классификации городских почв имеет происхождение почвообразующих пород. Почвообразование в городах происходит на разных по составу, генезису, физическим и химическим свойствам почвообразующих породах. Различаются три способа образования: перемешанные (на месте), насыпные (привозные) или намывные грунты.

2.3. Типология городских территорий

2.3.1. В основу разработки типологии городских территорий положена систематика территорий по их хозяйственному использованию [23]. Критерием выделения территорий различного хозяйственного использования в пределах города является взаимодействие человека и окружающей среды (табл. 2).

2.3.2. В пределах города выделяются территории **природоохранного типа**¹, в границах которого законодательно предусмотрено сохранение свойственных этой территории природных процессов и явлений, невмешательство в естественные циклы развития. В пределах типа выделены четыре подтипа: 1 – природные, национальные, дендрологические парки и ботанические сады; 2 – парки культуры и отдыха; 3 – скверы, озелененные газоны; 4 – мемориальные природные парки и кладбища), которые полностью соответствуют категориям, предусмотренным федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях» (№ 33-ФЗ 14.03.1995).

¹ Типы выделяются по форме и объему взаимодействия человека и среды; подтипы (в пределах типов) – по интенсивности этих взаимодействий.

2.3.3. Значительные площади в городе занимают территории с негативным влиянием человеческой деятельности на природу. Это территории активной хозяйственной деятельности: переработки природных ресурсов, создания мест проживания, систем жизнедеятельности, транспорта, связи и т.п. К ним относятся лесохозяйственный, сельскохозяйственный, селитебный, промышленный, транспортный типы.

2.3.4. К **лесохозяйственному** типу относятся городские леса и лесопарки, расположенные большей частью по периферии городов. Это участки крупных лесных массивов, сохранивших черты лесов, характерные для соответствующей физико-географической зоны. Важнейшей особенностью городских лесов и лесопарков, в отличие от природоохранных территорий, является сохранение ими главных черт естественных (природных) сообществ, способных к функционированию без помощи человека.

2.3.5. **Сельскохозяйственный** тип представлен землями сельскохозяйственного назначения, которые используются для учебных, научно-исследовательских целей, производства овощеводческой продукции, декоративных и лекарственных культур.

2.3.6. Наиболее значительным по площади является **селитебный** тип. Он включает площади жилых микрорайонов и кварталов с площадями земельных участков под объектами народного образования и культурно-бытового обслуживания (школами, детскими садами, магазинами). Селитебные территории подразделяются на два подтипа: 1 – селитебные с разноэтажной застройкой и 2 – селитебные с приусадебной застройкой. Последний подтип чаще всего выявляется на окраине города.

2.3.7. Существенные площади в городе занимает **промышленный** тип. Сюда входят площади, занимаемые промышленными предприятиями, воинскими частями и спецтерриториями. Подтипы территорий выделяются по принадлежности предприятий к той или иной отрасли народного хозяйства (черная и цветная металлургия; машиностроение и металлообработка; химическая, нефтехимическая, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная, энергетическая, лесная, пищевая промышленность, производство стройматериалов и др.).

2.3.8. **Транспортный** тип включает в себя земли, отведенные под дорожные (железно- и автодорожные) коммуникации, вокзалы, автотранспортные предприятия, речные порты, аэропорты.

2.3.9. В пределах города встречаются территории, относительно которых проявление взаимоотношений общества и природы нейтрально. Это **площади резерва (неудобья, пустыри)**, не вовлеченные в хозяйственную деятельность (непригодные для использования в народном хозяйстве), в том числе, не подлежащие застройке, а также земельные участки коридоров магистральных инженерных сооружений.

Таблица 2

Типология городских территорий

Тип	Подтип
<i>I. Особо охраняемые природные территории</i>	
Природоохранный	1. Природные, национальные, дендрологические парки, ботанические сады 2. Парки культуры и отдыха 3. Скверы, озелененные газоны 4. Мемориальные природные парки и кладбища
<i>II. Территории активного хозяйственного использования</i>	
Лесохозяйственный	Лесопарки и городские леса
Сельскохозяйственный	Земледельческий
Селитебный	1. Селитебный с разноэтажной застройкой 2. Селитебный с приусадебной застройкой
Промышленный	1. Черная металлургия 2. Цветная металлургия 3. Машиностроение и металлообработка 4. Химическая и нефтехимическая промышленность 5. Деревообрабатывающая промышленность 6. Производство стройматериалов 7. Целлюлозно-бумажная промышленность 8. Энергетическая промышленность 9. Лесная промышленность 10. Пищевая промышленность 11. Воинские части 12. Спецтерритории
Транспортный	1. Железнодорожный (вокзалы) 2. Автомобильный (автопредприятия) 3. Авиационный (аэропорты, аэровокзалы) 4. Речной (порты) 5. Коммуникационный (объекты связи)
<i>III. Территории экстенсивного использования</i>	
Неудобья	Сильно пораженные экзогенными геологическими процессами земли

3. ВИДЫ И УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Загрязнение почвы – привнесение и возникновение в почве новых, обычно нехарактерных для нее физических, химических или биологических агентов или превышение в рассматриваемое время естественного среднесезонного уровня (в пределах его крайних колебаний) концентрации перечисленных агентов. Различают много видов заг-

рязнения почв, в том числе механическое, физическое, химическое и биологическое. Загрязнение почв меняет ход почвообразовательного процесса (нередко его тормозит), резко снижает продуктивность, вызывает накопление загрязнителей в растениях

3.1. Механическое загрязнение

3.1.1. Накопление (складирование) на поверхности почвы коммунально-бытовых отходов, отходов производственной деятельности предприятий и транспорта, строительных материалов и техногенных наносов, нарушающих ее естественное функционирование в непредусмотренных для этих целей местах, приводит к механическому загрязнению почв; к загрязнению почв относят как поверхностное захламенение, так и привнесение в корнеобитаемый слой строительного и другого антропогенного мусора, нарушающих их естественное функционирование – ухудшаются условия для существования живых организмов и возможности освоения земель.

3.1.2. Поверхностное захламенение приводит к уменьшению полезной площади городских земель, уменьшает их плодородие и продуктивность; при наличии токсикантов в пределах захлавленных территорий происходит химическое загрязнение всей экосистемы.

При характеристике захламенности поверхности почв используются следующие градации:

– **не захлавлена** – площадь захлавленных участков менее 10%, токсичные вещества отсутствуют;

– **слабо захлавлена** – захлавлено 10–25% площади, токсичные вещества отсутствуют;

– **средне захлавлена** – захлавлено 25–50% площади, токсичные вещества отсутствуют;

– **сильно захлавлена** – захлавлена любая часть поверхности, но в хламе присутствуют токсичные вещества, которые могут попасть в окружающую среду; или захлавлено 50–75% площади, токсичные вещества отсутствуют;

– **очень сильно захлавлена** – захлавлена вся территория, присутствуют токсичные вещества.

3.1.3. Наличие в городской почве большого количества щебнисто-каменистого материала уменьшает «полезный» объем почвы, приводит к снижению в ней запасов влаги и питательных веществ, т.е. уменьшает ее плодородие; щебнисто-каменистая часть почвы практически не обладает водоудерживающей способностью;

3.1.4. При характеристике каменистости почв в слое 50 см используются следующие градации:

- **некаменистая** – включения камней <10%;
- **слабокаменистая** – включения камней 10–25%;
- **среднекаменистая** – включения камней 25–50%;
- **сильнокаменистая** – включения камней >50%.

3.1.5. Необходимость проведения рекультивации почв зависит от степени их захламленности и каменности (табл. 3)

Таблица 3

Рекультивация почв в зависимости от механического загрязнения

Необходимость в рекультивации	Характеристика механического загрязнения почв
Обязательна	Сильно и очень сильно захламлены. Сильнокаменистые
Желательна	Средне захламлены. Сильнокаменистые
Возможна	Слабо захламлены. Слабо- и среднекаменистые
Не требуется	Не захламлены. Некаменистые

3.2. Физическое загрязнение

3.2.1. Загрязнения, связанные с изменением физических параметров среды: температурно-энергетических (тепловое загрязнение), волновых (электромагнитное загрязнение), радиационных (радиационное, радиоактивное загрязнение), относятся к физическому загрязнению почв.

3.2.2. **Тепловое загрязнение.** Области тепловых аномалий (превышение температуры почвы более чем на 5–10°C) приурочены к промышленным объектам, подземным коммуникациям и к интенсивным утечкам из подземных водонесущих коммуникаций. Тепловое загрязнение создается при сплошной застройке территории, покрытии асфальтом или бетоном открытой поверхности;

3.2.2.1. Тепловые аномалии увеличивают вегетационный период, ускоряют сход снежного покрова. При повышенном прогревании почвенно-грунтовой толщи происходит ее пересушивание, что приводит к изменению физико-механических свойств.

3.2.2.2. Один из неблагоприятных факторов теплового загрязнения – морозное пучение, наблюдается на территориях, где происходит зимнее промерзание грунта; на участках, оголяемых от снега, возникают условия аридной холодной пустыни, которым в зрелом состоянии соответствуют скелетные, примитивные, дефлируемые почвы и разреженная растительность в «накипной» и «подушечной» формах; в результате усиливаются процессы мерзлотного пучения почвы и грунта и солифлюкционного оплывания, в зависимости от литологических и топогра-

фических условий; диагностирующие показатели: отклонения от среднегодовой температуры почвы в слое 0–20 см и корнеобитаемом слое.

3.2.3. **Электромагнитное загрязнение.** Возникает в результате изменения электромагнитных свойств почвы (от линий электропередачи, радио и телевидения, работы некоторых промышленных установок); «электромагнитный смог» воздействует на здоровье и на наследственный аппарат человека; блуждающие токи совместно с нагревом, увлажнением и засолением почвы и грунта резко ускоряют течение химических и биохимических реакций в почве, подвижность железа и алюминия; последствия действия данного типа загрязнения в почве изучены плохо, также не отработаны нормативы и методики обнаружения явления.

3.2.4. **Радиоактивное загрязнение** связано с превышением естественного уровня содержания радиоактивных веществ в почве и во всей экосистеме.

3.2.4.1. Радиационный контроль в полном объеме проводится на любых строительных и инженерных сооружениях на соответствие требованиям Норм радиационной безопасности – НРБ-99 (Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): СП 2.6.1.758-99, М., Минздрав России, 1999).

3.2.4.2. Радиационное обследование почв производится с целью выполнения требований НРБ-99 в части ограничения облучения населения техногенными и природными источниками ионизирующих излучений; радиационное обследование должно выполняться организациями, аккредитованными в установленном порядке в области измерения радиационных характеристик территорий и почв (грунтов) всех типов функциональных зон города.

3.2.4.3. Радиоактивность природных почв оценивается по мощности экспозиционной дозы на высоте 1 м (P_d) и по величинам удельной ($A_{уд}$) и эффективной удельной ($A_{эф}$) радиоактивности: $A_{эф} = A_{Ra} + 1,26A_{Th} + 0,086 A_{K^{40}}$; загрязненность почв техногенными радионуклидами оценивается в $Ku/км^2$ (при весе почв на площади $1 км^2 - 3 \cdot 10^8 kg$); значения уровней радиоактивного загрязнения почв приведены в табл. 4.

Таблица 4

Уровни радиоактивного загрязнения почв

Уровень загрязнения	Sr^{90} $Ku/км^2$	Cs^{137} $Ku/км^2$	Pu^{240} $Ku/км^2$	$A_{эф}$, Бк/кг	$A_{уд}$, Бк/кг	P_d , мкр/час
Минимальный	<0,3	<1	<0,1	<100	<1850	20
Слабый	0,3–0,5	1–5		100–200		20–55
Средний	0,5–1	5–15		200–370		55–200
Сильный	1–3	15–40	>0,1	370–740	>1850	200–400
Максимальный	>3	>40		>740		>400

3.2.4.4. В случае выявления факта сверхнормативного радиоактивного загрязнения грунта вопросы определения его объема, размещения и необходимости рекультивации решаются в установленном порядке специализированными подразделениями МосНПО «Радон» или (и) специализированными предприятиями по переработке нерадиоактивных отходов.

3.3. Химическое загрязнение

3.3.1. Химическое загрязнение городских почв подразделяется на загрязнение токсичными химическими элементами и нефтепродуктами (в т.ч. бенз/а/пиреном) и на загрязнение легкорастворимыми солями; в последнем случае загрязнение рассматривается как засоление почв.

3.3.2. Уровни загрязнения почв химическими элементами и их соединениями определяются относительно разработанных и утвержденных нормативов ПДК (ОДК) или относительно местного (регионального) геохимического фона.

3.3.3. Для оценки химического загрязнения почв наиболее распространенным комплексным геохимическим показателем является **суммарный показатель загрязнения** – Z_c [5]. Очаги техногенного загрязнения, как правило, представляют собой избыточную концентрацию в почвах не одного, а всего комплекса определяемых химических элементов (около 30). Величина Z_c рассчитывается по формуле: $Z_c = \sum K_c - (n-1)$, где K_c – коэффициент концентрации аномального содержания элемента (Са) относительно его фонового содержания (Сф): $K_c = Ca/Cф$; n – число аномальных элементов с $K_c \geq 1,5$ (Приложение 1).

3.3.4. Для значений Z_c на основе сопоставления данных эколого-геохимических и медицинских исследований разработана и утверждена шкала оценки экологической опасности (табл. 5).

3.3.5. Загрязнения почв отдельными химическими элементами оцениваются по разработанным гигиеническим нормативам ПДК (ОДК), которые позволяют вычлнить и оценить индивидуальную роль каждого элемента в загрязнении (табл. 6).

3.3.6. Перечень ПДК (ОДК) органических соединений весьма обширен и здесь мы приводим на наш взгляд лишь наиболее важные (табл. 7).

3.3.7. В целом для оценки уровня загрязнения почв рекомендуется использовать градации уровней загрязнения почв химическими элементами в соответствии с табл. 8.

3.3.8. Показателем засоления почв является наличие в них легкорастворимых солей; количественными показателями солевого состояния почвы могут служить электропроводность почвенного раствора (дСм/м);

плотный остаток (%); характер засоления определяется анионным составом присутствующих солей (табл. 9).

Таблица 5

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю концентрации аномальных химических элементов [9]

Величина Z_c	Категория загрязнения	Изменения показателей здоровья в очагах загрязнения
Меньше 16	Допустимая	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
16–32	Умеренно-опасная	Увеличение общей заболеваемости
32–128	Опасная	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями и нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Больше 128	Чрезвычайно-опасная	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, гипотрофия новорожденных)

Таблица 6

Нормативы ПДК (ОДК) почв, мг/кг [24, 38]

Элемент	Класс опасности	ПДК		ОДК по группам почв		
		Валовые содержания	Подвижные формы (рН=4,8)	Песчаные, супесчаные	Суглинистые, глинистые	
					рН _{KCl} <5,5	рН _{KCl} >5,5
Hg	1	2,1				
Pb	1	32	6	32	65	130
Zn	1		23	55	110	220
As	1	2		2	5	10
Cd	1			0,5	1	2
F	1		2,8			500
Cu	2		3	33	66	132
Ni	2		4	20	40	80
Co	2		5			
Cr	2	90	6			
Sb	2	4,5				
V	3	150				
Mn	3	1500	140			
Sn		4,5				

Таблица 7

Нормативы ПДК некоторых органических веществ в почвах [10, 36]

Вещества	Класс опасности	ПДК, мг/кг
Бенз/а/пирен	1	0,02
ГХЦГ (линдан и гексахлоран)	1	0,1
ДДТ и его метаболиты (суммарно)	1	0,1
Полихлорбифенилы -ПХБ	1	0,06
Нефтепродукты		300
Бензин		0,1
Бензол		0,3
Нитраты		130

Таблица 8

Уровни загрязнения почв химическими элементами

Категории загрязнения	Геохимические параметры*			
	Z _c	K _{пдк1}	K _{пдк2}	K _{пдк3}
Минимальный	<8	<1	<1	<1
Слабый	8-16	1-1,5	1-2	1-3
Средний	16-32	1,5-2	2-3	3-5
Сильный	32-128	2-3	3-5	5-10
Максимальный	>128	>3	>5	>10

*K_{пдк1}, K_{пдк2}, K_{пдк3} — для элементов 1, 2, 3 классов гигиенической опасности.

Таблица 9

Показатели засоления почв [6]

Уровень засоления	Электропроводность почвенного раствора, дСм/м	Плотный остаток водной вытяжки, %
Не засолена	<4	< 0,25
Слабо засолена	4-8	0,25-0,5
Средне засолена	8-15	0,5-0,75
Сильно засолена	15-30	0,75-1
Очень сильно засолена	>30	> 1

Характер засоления (по водной вытяжке)	
Хлоридное засоление	> 0,02 Cl
Сульфатное засоление	> 0,04 SO ₄

3.3.9. Важным показателем загрязнения городских почв является наличие солонцеватых горизонтов в почвенном профиле. Солонцеватость почв определяется долей обменного натрия от емкости поглощения (табл. 10).

Таблица 10

Показатели солонцеватости почв [6]

Степень солонцеватости	Na от емкости поглощения (%)
Слабая	5-10
Средняя	10-15
Сильная	15-20
Очень сильная	>20

3.3.10. Категории загрязнения отражают соответствие уровня загрязнения почв типу хозяйственного строения территорий. Выделяют следующие категории загрязнения: допустимая, умеренно опасная, опасная, чрезвычайно опасная.

Загрязнение почв территорий различного хозяйственного использования оценивается по-разному. В природоохранных зонах (национальных парках, ботанических садах, парках культуры и отдыха, скверах и т.п.) даже незначительные отклонения химических параметров от природного уровня сигнализируют об изменении статуса экосистемы. В селитебных зонах реальный вред здоровью проживающего населения начинает сказываться только со среднего уровня загрязнения. В промышленных зонах допустимы значительные уровни загрязнения, регулируемые нормативами ПДВ, ПДС и др. В частности ПДК содержания вредных веществ в атмосферном воздухе рабочих зон в десятки раз выше, чем для селитебных территорий. Высокие уровни загрязнения полигонов твердых бытовых отходов или полей фильтрации предопределены самим их функциональным назначением. Таким образом, в отличие от уровня загрязнения, категория загрязнения является величиной субъективной, которая зависит от современного хозяйственного использования территорий и соответственно может меняться с изменением функционального назначения земель.

Таблица 11

Категории загрязнения почв функциональных зон

Уровни загрязнения	Категория загрязнения почв по типу хозяйственного использования				
	Природоохранный и сельскохозяйственный	Лесохозяйственный	Селитебный	Водохозяйственный	Промышленный
Минимальный					
Слабый	▨				
Средний	▨	▨	▨	▨	
Сильный		▨	▨	▨	▨
Максимальный					▨

□ допустимая ▨ умеренно опасная ▨ опасная □ чрезвычайно опасная

Принципы оценки категорий загрязнения функциональных зон приведены в табл. 11.

3.4. Биологическое загрязнение

3.4.1. **Загрязнение биологическое** – привнесение в почву и размножение чуждых ей видов организмов, измененных в ходе хозяйственной деятельности человека, а также приобретение ранее безвредной (обычно массовой) формой микроорганизмов патогенных свойств или способности подавлять другие организмы в сообществах. Загрязнение микроорганизмами называют также бактериологическим или микробиологическим загрязнением.

3.4.2. Требования к качеству почв населенных мест устанавливают санитарные правила, обуславливающие соблюдение гигиенических нормативов при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции (техническом перевооружении) и эксплуатации объектов различного назначения, в том числе и тех, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на состояние почв.

3.4.3. Гигиенические требования к качеству почв территорий населенных мест устанавливаются в первую очередь для наиболее значимых территорий (зон повышенного риска): детских и образовательных учреждений, спортивных, игровых, детских площадок жилой застройки, площадок отдыха, зон рекреации, зон санитарной охраны водоемов, прибрежных зон, санитарно-защитных зон.

3.4.4. В почвах на территориях жилой застройки не допускается:

- по санитарно-бактериологическим показателям – наличие возбудителей каких-либо кишечных инфекций, патогенных бактерий, энтеровирусов. Индекс санитарно-показательных организмов должен быть не выше 10 клеток/г почвы;

- по санитарно-паразитологическим показателям – наличие возбудителей кишечных паразитарных заболеваний (геогельминтозы, лямблиоз, амебиаз и др.), яиц геогельминтов, цист (ооцисты), кишечных, патогенных, простейших;

- по санитарно-энтмологическим показателям – наличие преимагинальных форм синантропных мух.

Почвы, отвечающие предъявленным требованиям, следует относить к категории «чистая».

3.4.5. Требования по охране почв от биологического загрязнения, включаемые в другие нормативные правовые акты, решения юридических лиц, государственные стандарты, должны соответствовать положениям санитарных правил.

Оценка степени эпидемиологической опасности почвы устанавливается согласно табл. 12.

Оценка степени эпидемиологической опасности почвы [37]

Категория загрязнения почв	Индекс БГКП – индекс бактерий группы кишечной палочки (клеток в 1 г почвы)	Индекс энтерококков (клеток в 1 г почвы)	Патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы	Яйца гельминтов (экз./кг почвы)	Личинки-Л и куколки - К мух (экз. в почве с площадки 20х20 см)
Чистая	1–10	1–10	0	0	0
Умеренно опасная	10–100	10–100	0	до 10	Л до 10 К – отс.
Опасная	100–1000	100–1000	0	до 100	Л до 100 К до 10
Чрезвычайно опасная	1000 и выше	1000 и выше	0	>100	Л>100 К>10

3.4.6. Рекомендации об использовании почв обуславливаются степенью их биологического загрязнения и представлены в табл. 13. Ме-

Таблица 13

Использование почв в зависимости от степени их биологического загрязнения

Категория загрязнения почв	Рекомендации по использованию почв
Чистая	Использование без ограничений
Допустимая	Использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска для населения
Умеренно опасная	Использование в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок, на участках озеленения с подсыпкой слоя чистого грунта не менее 0,2 м
Опасная	Ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м; проведение дезинфекции (дезинвазии) по предписанию органов Госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем
Чрезвычайно опасная	Вывоз и утилизация на специализированных полигонах. Проведение дезинфекции (дезинвазии) по предписанию органов Госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем.

роприятия по рекультивации территории, загрязненной возбудителями особо опасных инфекций, разрабатываются в каждом конкретном случае в соответствии с нормативными документами по согласованию с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

3.5. Зависимость характера и величины показателей загрязнения городских почв от видов хозяйственного использования

3.5.1. Загрязнение урбанизированных территорий осуществляется за счет твердых отходов, жидких стоков, пылевых выбросов и других в результате жизнедеятельности человека в городе. Сельскохозяйственные земли в городе и пригородной зоне, имеющие незначительный удельный вес, загрязняются в результате использования современных средств химизации (минеральных удобрений, ядохимикатов, промышленных и бытовых отходов). Интегральная геохимическая характеристика загрязнения городских территорий включает в себя совокупность параметров и показателей, отражающих состав, структуру и уровень концентрации элементов-загрязнителей.

3.5.2. **Промышленный** тип территорий имеет весьма широкий спектр геохимического загрязнения (табл. 14). Состав элементов-загрязнителей связан с промышленными отходами.

3.5.3. Главенствующую роль для **транспортного** типа территорий имеет Pb. Кроме него в состав ассоциаций входят V, Zn, Cu, Ni, Cr – элементы выбросов дизельных выбросов.

3.5.4. Особенности **селитебных** территорий зависят от наличия промышленных объектов и транспорта. Загрязнение селитебных территорий с приусадебной застройкой, в основном, зависит от специфики используемого топлива в отопительных системах.

3.5.5. Загрязнение **лесохозяйственных** (городских лесов и лесопарков) и сельскохозяйственных земель (в черте города) обусловлено применением средств химизации. В лесопарках главным источником загрязнения являются пестициды, используемые как средства борьбы с вредителями и болезнями лесных массивов. При использовании минеральных удобрений на сельхозугодьях отмечается загрязнение F, Sr и редкоземельными элементами. Использование в качестве удобрений бытовых и промышленных отходов привело к загрязнению земель сельскохозяйственного назначения целым комплексом токсичных элементов (Hg, Pb, Cr, Ni, Zn, Cu, Sn, Ag).

3.5.6. **Природоохранные** типы землепользования в городе (природные, национальные, дендрологические, ботанические сады) распо-

ложены в ландшафтах с изначально невысоким уровнем химических элементов и являются фоновыми территориями. Однако часто наблюдаются случаи влияния промышленных и транспортных объектов на эти земли, в связи с этим наблюдается загрязнение данных территорий.

3.5.7. Имеющийся большой фактический материал позволил определить следующий ранжированный ряд для городских земель по степени токсичности и величине загрязнения для территорий различного функционального использования: промышленный – транспортный – селитебный – сельскохозяйственный – лесохозяйственный – природоохранный.

Таблица 14

Элементы-индикаторы территорий различного хозяйственного использования [22]

Тип использования земель		Элементы-индикаторы загрязнения
Природоохранный (природные, национальные, дендрологические парки, ботанические сады)		Природные содержания химических элементов
Промышленный	Черной металлургии	Mn, Cr, V, Fe
	Цветной металлургии	Zn, Pb, Cr, Ni, Cu (Sb, Ag, Mg, Cd, In, Bi, Sn, As, Ti, W, Mo, B)
	Машиностроения и металлообработки	Zn, Pb, Cr, Ni, Cu (W, Sn, Co, Mo, V, Sb, Mn, Bi, Se)
	Химической	S, N, органические соединения, (W, Hg, Cd, Sb, Sn, Hf, Ag, Zn, Sn, Cu, Bi, Pb, Nb, Mo, Ni)
	Энергетической	S, V, Ge, редкоземельные элементы
	Стройматериалов	Редкоземельные элементы
	Лесной и лесоперерабатывающей	Органические соединения
	Полиграфической	Zn
Транспортный	Легкой	Cr, Zn, Hg
	Пищевой	Органические соединения
	Селитебный	
	Pb, Ni, Cr, V, Cu, Zn	
Сельскохозяйственный	Ag, Zn, Pb, а также элементы промышленных предприятий	
	Лесохозяйственный (лесопарки и городские леса)	
Сельскохозяйственный	С минеральными удобрениями	Хлор-фосфорсодержащие органические соединения
	С нетрадиционными видами удобрений (промышленные и бытовые отходы)	F, Sr, редкоземельные элементы Hg, Pb, Cr, Ni, Zn, Cu, Sn, Ag

3.5.8. В условиях крупных мегаполисов, таких как Москва, наблюдается совмещение функциональных типов земель (селитебного, транспортно-природоохранного и др.), вследствие чего система геохимической специализации территорий, приведенная в табл. 14, значительно усложняется и требует более детального аналитического рассмотрения.

4. ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

4.1. В зависимости от хозяйственного использования территорий требуются различные подходы к оценке необходимости рекультивации или санации почв.

4.2. **Земли городской селитебной застройки (жилые микрорайоны, общественно-деловые зоны, объекты образования и культурно-бытового обслуживания).** На этих землях почвы должны обеспечивать произрастание и функционирование зеленых насаждений, обеспечивать санитарно-гигиеническую и экологическую безопасность и комфортное проживание человека. Обследуются территории внутридворовых пространств, школ, детских садов, игровых площадок, газонов и скверов. Особое внимание уделяется показателям механического загрязнения поверхности почвы, химическому загрязнению и определению санитарно-эпидемиологической обстановки территории.

4.3. **Земли городской производственной застройки (промышленные зоны).** На этих землях почва, главным образом, должна обладать способностью поглощать загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые и артезианские воды, в грунты прилегающих территорий и в атмосферу. При исследовании территорий промышленных предприятий и других загрязняющих объектов необходимо учитывать наличие как поверхностных, так и подземных источников поступления загрязняющих веществ в почвенно-грунтовую толщу, а также внутрипочвенный горизонтальный и вертикальный сток растворенных токсичных соединений.

4.4. **Земли природоохранных и лесохозяйственных территорий и земли водного фонда.** На этих землях почва должна обеспечивать функционирование естественных биогеоценозов. Почвы обследуются по общепринятым инструкциям для естественных ненарушенных территорий с необходимыми дополнениями для городских земель. Особое внимание уделяется зонам санитарной охраны водоемов и прибрежным зонам. Характеризуя степень нарушенности городских природных экосистем, желательнее дополнительно проводить определение биологической активности почв и изменений в структуре микробных комплексов.

4.5. **Земли сельскохозяйственного использования** в городе имеют ограниченную площадь. Тем не менее, на территориях сельско-

хозяйственного назначения, где возможно влияние загрязненных почв на здоровье человека через продукты питания, необходимо определение химического загрязнения химическими элементами, пестицидами, а также контролировать санитарное состояние почвы.

5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ

5.1. Подготовительный период

5.1.1. В подготовительный период осуществляется сбор фондовых картографических (крупномасштабных и детальных) и информационных материалов почвенных обследований; материалы должны содержать сведения по следующим вопросам (Приложение 2):

- почвенно-геоморфологическое положение участка;
- кадастровый план участка обследования (принадлежность к определенному типу хозяйственного использования);
- закрытость и открытость территории;
- механическое загрязнение (захламленность, каменистость);
- физическое загрязнение;
- химическое и биологическое загрязнение;
- трансформацию земельных угодий;
- защищенность земельных участков от водной и ветровой эрозии;
- состояние продуктивного почвенного слоя;
- антропогенное преобразование территории (срезание, засыпка почв и грунтов и т.п.);
- экологическое состояние.

5.1.2. В городском органе Федеральной службы земельного кадастра запрашивается кадастровый план земельных участков на обследуемую территорию, включающих границы и кадастровые номера землепользований и их целевое назначение.

5.1.3. В подготовительный период требуется оценить качество и достоверность фондового материала, а также отсутствие тех или иных сведений, необходимых для последующих работ. Выбирается масштаб будущих картографических работ.

5.1.4. В зависимости от анализа общего состояния земельного участка и принадлежности его к той или иной функциональной зоне определяется необходимый набор показателей и критериев оценки загрязнения (табл. 15); определяются необходимые методы анализов.

5.1.5. Результатом подготовительного периода является карта обеспеченности материалами и техническое задание на обследование и комплексную экологическую оценку территории, выбор диагностических критериев и показателей. В техническом задании определяется со-

став и объем работы и оценивается ее общая и поэтапная сметная стоимость.

Таблица 15

Показатели состояния почв при разных видах загрязнения

Тип хозяйственно-используемой земли	Показатель загрязнения		
	Механическое	Химическое	Биологическое
Селитебный	1. Захламленность поверхности 2. Каменность в слое 0–50 см	1. Содержание химических элементов 2. Содержание нефтепродуктов, бенз/а/пирена 3. Содержание легкорастворимых солей	1. Санитарно-эпидемиологические показатели
Промышленный и транспортный	1. Захламленность поверхности	1. Содержание химических элементов 2. Содержание нефтепродуктов, бенз/а/пирена 3. Содержание легкорастворимых солей	1. Фитотоксичность почвы
Природоохранный	1. Захламленность поверхности	1. Содержание химических элементов 2. Содержание пестицидов, нефтепродуктов	1. Фитотоксичность почвы
Лесохозяйственный	1. Захламленность поверхности	1. Содержание химических элементов 2. Содержание пестицидов, нефтепродуктов	1. Фитотоксичность почвы
Сельскохозяйственный	—	1. Содержание химических элементов 2. Содержание пестицидов 3. Содержание нитратов	1. Санитарно-эпидемиологические показатели 2. Фитотоксичность почвы

5.2. Полевой и лабораторный периоды

5.2.1. Обследование городских почв производится согласно требованиям ГОСТа [26] с учетом вертикальной структуры, неоднород-

ности почвенного покрова, микрорельефа местности. Порядок отбора проб для химического и биологического анализов в целях контроля загрязнения почв так же установлен ГОСТом [30].

5.2.2. Опробование почв производится по равномерной сети с отбором точечных проб методом конверта из слоя 0–20 см (для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами), а также из генетических горизонтов по всей глубине почвенного профиля (для контроля загрязнения легко мигрирующими веществами). В общем случае из 2–5 точечных составляется объединенная проба, масса которой должна быть не менее 1 кг. Пробы отбирают ножом, шпателем или буром. Пункты отбора проб почв закладываются в местах, характерных для данного типа землепользования, а их количество рассчитывается по табл. 16.

Таблица 16

Шаг опробования и масштаб съемки

Шаг опробования, м	Площадь, на которую приходится одна проба, га	Масштаб съемки
10	0,01	1:1000
20	0,04	1:2 000
100	1	1:10 000
200	4	1:25 000
500	25	1:50 000

5.2.3. В зависимости от масштаба почвенной съемки и категории сложности участков устанавливается примерное количество почвенных разрезов, требуемое на площадь обследования. Разрезы закладываются в местах, характерных для данного функционального типа землепользования, а их количество рассчитывается по табл. 17.

5.2.4. При определении количества разрезов, приходящихся на 100 га территории, необходимо учитывать степень открытости/закрытости территории путем введения поправочного коэффициента: число разрезов умножить на степень открытости, выраженную в долях от единицы.

5.2.5. При планировании отбора проб почв необходимо учитывать предыдущий характер использования данной территории; так, в случаях строительства на участках, занятых прежде промышленными объектами, полями аэрации, другими объектами производственного и коммунального назначения, количество поверхностных и глубинных разрезов должно быть увеличено.

5.2.6. Описание почвенного разреза производится по общепринятой методике, но с учетом специфики городской обстановки (Приложение 2).

Таблица 17

Количество разрезов, приходящееся на 100 га

Масштаб проектирования	На 100 га		
	1	2	3
Категории сложности			
1: 50 000	1	2	2
1: 25 000	3	4	5
1: 10 000	6	15	15
1: 2 000	35	50	50
1: 1 000	50	100	100

Примечание к табл. 17:

– 1 категория – земли природоохранных, лесохозяйственных, сельскохозяйственных территорий;

– 2 категория – земли селитебных территорий (жилая застройка, внутридворовые пространства, школы, детские сады, игровые площадки, газоны, бульвары и скверы);

– 3 категория – земли промышленных предприятий, коммунально-складских зон и других загрязняющих объектов.

5.2.7. При отборе проб необходимо учитывать специфику предполагаемых методов аналитических исследований.

Пробы для химического анализа почвы следует упаковывать, транспортировать и хранить в емкостях из химически нейтрального материала.

Пробы, предназначенные для анализа на содержание летучих химических веществ, следует помещать в стеклянные банки с притертыми крышками.

Почвы, анализируемые на наличие патогенных организмов и вирусов, следует упаковывать, транспортировать и хранить в стерильных емкостях.

Для биологического обследования, а также для установления наличия метаболизируемых химических веществ, пробы анализируют в течение 5 ч. после их взятия (или в течение 2 сут. при температуре хранения ниже 4°C). Допускается анализ проб на яйца биогельминтов в течение 7 суток и на яйца геогельминтов в течение 1 месяца при исключении высыхания и развития личинок в яйцах гельминтов.

5.2.8. По окончании полевого периода составляется ведомость учета почвенных разрезов, а также ведомость образцов почв, направляемых на лабораторные исследования (Приложение 3).

5.2.9. Методы лабораторных исследований (физических, химических и биологических) определяются в зависимости от принадлежности почвы к той или иной функциональной зоне (п. 5.1.4., табл. 15); проведение лабораторно-аналитических работ производится согласно ГОСТам, ОСТам и другим нормативным документам в аккредитованных лабораториях [3, 6, 7, 8, 10, 18, 29, 35].

5.2.10. К методам исследования физического состояния почвы относится определение каменистости почвенного профиля.

5.2.11. К методам химического анализа почвы относятся:

– определение содержаний токсичных веществ различной природы;

– определение остаточных количеств пестицидов;

– определение засоленности почвы.

5.2.11.1. Определение содержаний токсичных загрязняющих веществ осуществляется химическими методами в зависимости от природы загрязнителей (неорганических соединений – тяжелых металлов, ртути, мышьяка и других; органических – нефтепродуктов, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в т.ч. бенз/а/пирена).

Токсичные химические элементы определяются методами эмиссионного спектрального, рентгенфлуоресцентного и атомно-абсорбционного анализов [18]; нефтепродукты – люминесцентным и инфракрасной спектрометрии анализами [10]; ПАУ, в т.ч. бенз/а/пирен – методами жидкостной хроматографии и спектроскопии Шпольского [10].

5.2.11.2. Остаточные количества пестицидов в почве определяют методом газожидкостной хроматографии [35].

5.2.11.3. Анализ солевого состояния почв осуществляется методом водных вытяжек [6].

5.2.12. К методам исследования биологического загрязнения почвы относятся:

– определение санитарно-эпидемиологического состояния почвы, предусматривающее идентификацию патогенных бактерий и паразитов (кишечной палочки, патогенных микроорганизмов, в т.ч. сальмонеллы, энтерококков, яиц гельминтов, личинок и куколок мух) с использованием стандартных методик [7, 8];

– определение фитотоксичности почвы посредством методики «почвенных пластинок» (выявление снижения числа проросших семян, длины проростков и подавления их роста в сравнении с контролем) [3].

5.2.13. Результаты лабораторных определений заносятся в ведомости, в которых указываются: номера разрезов, глубина отбора проб, лабораторный номер, вид и метод анализа, содержание определяемых ингредиентов (Приложение 3).

5.3. Камеральные работы

5.3.1. Обработка полученных результатов направлена на выявление загрязненных почв, требующих рекультивации. На картографическую основу выносятся результаты лабораторных исследований и выделяются участки загрязнения относительно существующих нормативов.

5.3.2. Выявленные по результатам проведенных исследований участки загрязнения ранжируются по степени экологической опасности на основе существующих нормативных показателей (ПДК, ОДК, Z_c и т.д.) и с учетом хозяйственного использования земель. Все участки загрязненных почв со своими инвентарными номерами наносятся на картографическую основу и включаются в почвенный кадастр.

Каждый выделенный участок характеризуется:

- принадлежностью к ландшафтно-функциональной зоне,
- видами загрязнений,
- уровнем загрязнения,
- категорией загрязнения,
- набором загрязнителей,
- площадью и глубиной загрязнения,
- характером загрязнения (реликтовый, современный),
- генезисом загрязнения,
- рекомендациями о первоочередности и необходимости рекультивации,
- рекомендации о способе рекультивации.

5.3.3. На основе кадастра загрязненных почв административные органы принимают решение о проведении рекультивации на конкретном участке. Для каждого участка составляется проект рекультивации, включающий способ рекультивации, объемы работ и их стоимость. Проект рекультивации почв целесообразно включать в проектную документацию при разработке градостроительных планов, планов детальной планировки и на стадии рабочего проекта строительства зданий и сооружений.

5.3.4. После проведения рекультивации почв и лабораторного контроля, участок загрязненных почв исключается из кадастра загрязненных земель.

6. МЕТОДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

6.1. Рекультивация городских земель – комплекс работ, направленных на восстановление народнохозяйственной ценности, продуктивности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

6.2. Рекомендации по рекультивации городских земель обуславливаются: видом, степенью их загрязнения и их принадлежностью к определенному типу функционального использования земель (селитебно-промышленному, транспортному, природоохранному, лесохозяйственному, сельскохозяйственному).

6.3. Цель рекультивации городских земель определяется в зависимости от типа их хозяйственного использования:

- **для земель природоохранного и лесохозяйственного типов:** санитарно-эпидемиологические условия для отдыха населения; нормальное функционирование лесных экосистем;
- **для селитебного типа:** санитарно-гигиенические условия проживания населения;
- **для сельскохозяйственного типа:** нормальное функционирование агроценозов (создание плодородного слоя);
- **для промышленного типа:** консервация загрязненных зон (ограничение проникновения загрязнений в поверхностные и подземные воды); санитарно-гигиенические условия работы людей.

6.4. Для восстановления загрязненных почв отечественными и зарубежными специалистами разработано и внедрено большое число различных технологий по рекультивации [20]. В соответствии с применяемыми методами они подразделяются на:

- *механические* (разделение, разбавление, перемешивание; удаление загрязненных грунтов и его захоронение);
- *физико-механические* (сжигание, термодесорбция, экстракция почвы паром, промывка почвы, затверждение или стабилизация с битумом или асфальтом);
- *химические* (химическое восстановление либо окисление, дегалогенезирование или освобождение от галогеновых фракций);
- *физико-химические* (нейтрализация загрязнений капсулированием; применение сорбентов, адсорбентов, реагентов, смесей высокой реакционной способности, окислительно-восстановительная деструкция);
- *биологические* (сельскохозяйственная обработка почвы с внесением минеральных удобрений; использование биореакторов, биопрепаратов, биосорбентов, биодеструкторов; фитомелиорация – посев устойчивых к загрязнению видов растений).

6.5. Рекомендации по рекультивации городских почв, подвергшихся физическому (захламлению и переуплотнению) и биологическому (обеднению и нарушению плодородного горизонта, сокращению биоразнообразия, зараженностью патогенными микроорганизмами) загрязнению приведены в табл. 18.

6.6. Рекультивацию городских почв, подвергшихся загрязнению химическими элементами, в том числе тяжелыми металлами, ртутью и

Рекомендации по рекультивации

Вид загрязнения	Тип использования земель			
	Селитебный	Промышленный и транспортный	Природоохранный и лесохозяйственный	Сельскохозяйственный
1	2	3	4	5
Механическое 1. Захламление и переуплотнение	Ликвидация свалок; рыхление почвы и травосеяние	Организованный вывоз с территории предприятий отходов; планировка и задернение незастроенных участков; рыхление почвы; рекультивация территорий несанкционированных свалок и шламовых полей ¹	Ликвидация свалок; мероприятия по сохранению природоохранных функций территории	Уборка территории и рыхление
Биологические 1. Обеднение и нарушение плодородного горизонта	Внесение органоминеральных удобрений; подсев трав и цветов; рыхление поверхностных горизонтов	На незастроенных участках внесение органоминеральных удобрений; посев трав и цветов	Внесение органоминеральных удобрений; сохранение лесной подстилки	Внесение органоминеральных удобрений

Продолжение табл. 18

1	2	3	4	5
2. Сокращение биоразнообразия, заражение патогенными микроорганизмами	Поддержание экосистемы в жизнеспособном состоянии: внесение органоминеральных удобрений, поливы, рыхление; при наличии загрязнения по эпидемиологическим показателям (умеренно опасного, опасного, чрезвычайно опасного) проводится дезинфекция по предписанию Госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем	Сбор и удаление поверхностных стоков и их очистка; при наличии загрязнения по эпидемиологическим показателям (умеренно опасного, опасного, чрезвычайно опасного) проводится дезинфекция по предписанию Госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем	Создание и поддержание условий для функционирования природоохранных территорий; при наличии загрязнения по эпидемиологическим показателям (умеренно опасного, опасного, чрезвычайно опасного) проводится дезинфекция по предписанию Госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем	Поддержание нормального функционирования агроценозов; при наличии загрязнения по эпидемиологическим показателям (умеренно опасного, опасного, чрезвычайно опасного) проводится дезинфекция по предписанию Госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем

¹ Рекультивация территорий несанкционированных свалок и полей фильтрации заключается в консервации и озеленении. Их поверхность покрывается 2-3-сантиметровым слоем почвы или плодородного грунта, затем высеваются многолетние травы (люцерна, дожник, эспарцет, кострец, ежа сборная, овсяница луговая), высаживаются саженцы древесных пород (береза, клен, осина).

При рекультивации шламовых полей предварительно проводятся мероприятия по закреплению поверхности (битумизация, силикатизация, цементация, закрепление грунта с помощью полимеров, жидкого стекла с хлористым кальцием (CaCl₂)).

мышьяком, следует начинать с категории «умеренно опасное загрязнение» ($Z_c > 16$) [34], при которой наблюдается увеличение общей заболеваемости населения. Для почв с категориями загрязнения «умеренно опасное» и «опасное» (Z_c от 16 до 128) предусматриваются физико-химические, химические, биологические методы рекультивации.

Они предполагают:

- инактивацию или снижение токсического действия поллютантов с помощью ионообменных смол, органических веществ, образующих хелатные соединения;
- известкование, внесение органических и минеральных удобрений (например, фосфорных, снижающих токсическое действие Pb, Cu, Zn, Cd);
- размещение древесных культур и травянистых растений, устойчивых к загрязнению.

6.7. Для сильнозагрязненных почв тяжелыми металлами ($Z_c > 128$) рекомендуются механические методы рекультивации:

Тип использования земель			
Селитебный	Промышленный и транспортный	Природоохранный и лесохозяйственный	Сельскохозяйственный
1. Вывоз и утилизация почвы на спецполигонах. 2. Вынесение источников загрязнения за пределы жилой зоны.	1. Вывоз и утилизация почвы на спецполигонах. 2. Изоляция загрязненных участков.	1. Вывоз и утилизация почвы на спецполигонах. 2. Вынесение источников загрязнения за пределы функциональной зоны; агролесотехническая мелиорация; подбор устойчивых лесных и травянистых культур.	1. Вывоз и переработка почвы на спецполигонах. 2. Вынесение источников загрязнения за пределы функциональной зоны; агротехническая мелиорация; создание плодородного слоя.

6.8. Для почв, подвергшихся засолению, подкислению или подщелачиванию, рекомендуются:

Тип использования земель			
Селитебный	Промышленный и транспортный	Природоохранный и лесохозяйственный	Сельскохозяйственный
1. На кислых почвах – известкование 2. На засоленных почвах – рассоление	Ограничение поступлений выбросов щелочного, кислотного, натрий-хлоридного состава	Агротехническая мелиорация; подбор устойчивых растений	Агротехническая мелиорация

6.9. Выбор конкретного метода рекультивации почв зависит от видов и степени загрязнения, типа хозяйственного использования территорий, природно-ландшафтных условий и современной экологической ситуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящие Методические рекомендации являются первым нормативно-методическим документом, регламентирующим проведение инвентаризации городских земель, требующих рекультивации. В основу Методических рекомендаций положены результаты многолетнего практического и научного опыта авторов в проведении экологических работ на территории крупных городов, в том числе и г. Москвы. Учен также опыт многочисленных организаций, осуществляющие работы в этом направлении.

Основные принципиальные положения Методических рекомендаций сводятся к следующему.

Технология проведения инвентаризации городских земель включает в себя сбор и оценку вспомогательных материалов и ретроспективных данных по загрязнению, полевое опробование почв, их лабораторное исследование, обработку и анализ полученной информации. Частота и глубина полевого почвенного опробования зависит от категории сложности территории (ландшафтных условий, в том числе характера почвенного покрова и типа хозяйственного использования). В зависимости от функционального типа земель предметом аналитического изучения наряду с токсичными химическими элементами могут быть также такие загрязнители и как нефтепродукты, канцерогенные полициклические ароматические углеводороды, в т.ч. бенз(а)пирен, пестициды, легкорастворимые соли, патогенные бактерии и паразиты. Соответственно аналитический комплекс включает в себя спектр методов по определению всех загрязнителей.

Нормативными показателями для определения уровня химического загрязнения городских почв являются суммарный показатель загрязнения Z_c , ПДК (ОДК); для биологического и механического загрязнения – специальные нормативы. Впервые в данных Методических рекомендациях изложены принципы дифференциальной оценки загрязнения для почв различных типов хозяйственного использования.

Предложенные рекомендации по рекультивации загрязненных городских почв обуславливаются видом, степенью загрязнения и их принадлежностью к определенному функциональному типу земель.

ЛИТЕРАТУРА

Нормативно-методические документы

1. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. Учебн. пособие. – Смоленск: 2003, 268 с.
2. Кац Я.Г., Комарова Н.Г., Ушакова И.С. Экологические основы природопользования (словарь-справочник москвича). – М.: МГУ, 2000, 208 с.
3. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М.: 1992.
4. Крюков Ю.Н., Сизов А.П., Дарский В.Б. и др. О новых понятиях городского землепользования. // Геодезия и картография. – 1994, № 10, с. 47–50.
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982.
6. Методические рекомендации по мелиорации солонцов и учету засоленных почв. – М.: Колос, 1970.
7. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. – М.: 1981. Утв. МЗ СССР № 2293-81 19.02.81.
8. Методические указания по гельминтологическому исследованию объектов внешней среды. – М.: 1987. Утв. МЗ СССР № 1440-76.
9. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почв химическими веществами. / Минздрав СССР. Гл. сан.-эпид. упр-ние. – М.: 1987, 25 с.
10. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернявский С.С. и др. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами. // Почвоведение, 2003, № 9.
11. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990.
12. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990, 335 с.
13. Сизов А.П. Мониторинг городских земель с элементами их охраны. Уч.пособ. – М.: 2000, 156 с.
14. Сизов А.П., Медведева О.Е., Ключев Н.Н., Строганова М.Н., Самаев С.Б., Малев И.М. О новом подходе к исчислению размера ущерба, вызываемого захламливанием, загрязнением и нарушением городских земель. // Почвоведение, 2001, № 6, с. 732–740.

15. Симонов Ю.Г., Кружалин В.И. Инженерная геоморфология. – М.: МГУ, 1989, 185 с.

16. Снакин В.В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник. – М.: Academia, 2000, 384 с.

17. Состояние зеленых насаждений и городских лесов в Москве (по данным мониторинга). Аналитический доклад. / Под ред. Якубова Х.Г. – М.: «Прима-Пресс», 2000, 277 с.

18. *Справочник по видам аналитических работ, выполняемых Аналитическим центром ИМГРЭ.* – М.: ИМГРЭ, 2001, 76 с.

19. *Строганова М.Н., Агаркова М.Г. Городские почвы: опыт изучения и систематика.* // Почвоведение, 1992, № 7, с. 16–24.

20. *Технология восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.* Справочник. – М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2003, 258 с.

21. *Толковый словарь по почвоведению* (отв. ред. Роде А.А.). – М.: Наука, 1975, 286 с.

22. *Трефилова Н.Я. Геохимическая специализация территорий различного хозяйственного использования.* / Прикладная геохимия. Вып. 1. М.: ИМГРЭ, 2000, с. 135–143.

23. *Учет и оценка природных ресурсов и экологического состояния территорий различного функционального использования.* Методические рекомендации. – М.: ИМГРЭ, 1996, 88 с.

Основные нормативно-технические документы.

Стандарты.

24. *ГН 2.1.7.020-94 Гигиенические нормативы.* 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах (Дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91). М, 1995. Утв. ГКСЭН РФ № 13 27.12.94.

25. *ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния: переиздание с Изменением № 1 (ИУС8-85).*

26. *ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82). Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.*

27. *ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.*

28. *ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.*

29. *ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.*

30. *ГОСТ 17.4.4.02-84*. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа.

31. *ГОСТ 17.5.1.01-83*. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.

32. *ГОСТ 17.5.3.05-84* Охрана природы. Земли. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию.

33. *Методика* исчисления размера ущерба, вызываемого захлалением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы (приложение к распоряжению мэра Москвы от 27 июля 1999 г. № 801-РМ). – М., 1999.

34. *Методические указания* (МУ 2.1.7.730-99). Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. М., 1999.

35. *Методические указания* по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – МУ МЗ СССР, ч. XXIII. – М., 1994.

36. *Санитарно-гигиенические нормы* предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) пестицидов в почве (САНПиН 42-126-4275-87). М: МЗ СССР, 1987.

37. *СанПиН 2.1.7.1287-03*. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Минздрав России. М., 2003.

38. *Перечень* предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве N 6229-91. Госкомэпиднадзор России. М., 1993.

Приложение 1

Таблица 1

Фоновые содержания химических элементов в почвах
Московского региона [17]

Элементы и соединения	Класс опасности	Фоновое содержание, мг/кг
Кадмий	1	0,3
Мышьяк	1	6,6
Ртуть	1	0,15
Свинец	1	26
Фтор	1	200
Цинк	1	50
Бенз(а)пирен	1	
Бор	2	39
Кобальт	2	7,2
Медь	2	27
Молибден	2	1
Никель	2	20
Сурьма	2	0,2
Хром	2	46
Ванадий	3	83
Вольфрам	3	1
Марганец	3	600–1260
Барий		230
Бериллий		1
Висмут		1
Литий		30
Нитраты		
Олово		5,2
Сера		
Серебро		0,06
Скандий		2
Стронций		30
Титан		6000
Фосфор		900

Уровень загрязнения почв тяжелыми металлами [33]

Компонент	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
	1-й уровень: допустимый < ПДК	2-й уровень: низкий	3-й уровень: средний	4-й уровень: высокий	5-й уровень: очень высокий
ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ					
Кадмий	<2	2-3	3-5	5-10	>10
Свинец	<65	65-130	130-250	250-600	>600
Ртуть	<2,1	2,1-3	3-5	5-10	>10
Мышьяк	<10	10-20	20-30	30-50	>50
Цинк	<220	220-450	450-900	900-1800	>1800
Медь	<132	132-200	200-300	300-500	>500
Никель	<80	80-160	160-240	240-500	>500
Хром	<90	90-150	150-250	250-350	>350
Ванадий	<150	150-225	225-300	300-450	>450
Сурьма	<4,5	4,5-9	9-18	18-25	>25
Марганец	<1500	1500-2000	2000-3000	3000-4000	>4000
Суммарный показатель концентрации (СПК)	<8 ед.	8-16 ед.	16-32 ед.	32-128 ед.	>128 ед.
Фтор водорастворимый Сернистые соединения ¹	<10 < 160	10-15 160-180	15-25 180-250	25-50 250-380	>50 > 380
ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА					
Бенз(а)пирен	<0,02	0,02-0,1	0,1-0,25	0,25-0,5	>0,5
Бензол	<0,3	0,3-0,6	0,6-1	1-3	>3
Толуол	<0,3	0,3-10	10-25	25-50	>50
Ксилолы (орто-, мета-, пара-)	<0,3	0,3-3	3-15	15-25	>25
Альфаметил- стирол	<0,5	0,5-3	3-10	10-50	>50
Стирол	<0,1	0,1-5	5-20	20-50	>50
Нефть и нефте- продукты	<300	300-1000	1000-3000	3000-5000	>5000
Хлорированные углеводороды ²	< ПДК	1-5 ПДК	5-25 ПДК	25-50 ПДК	>50 ПДК

¹ В пересчете на серу.

² В том числе хлорсодержащие пестициды ДДТ; ГХЦГ; 2,4-Д и др.

Описание городской почвы

1. Координаты и характеристика точки (пункта) отбора:

- географическая широта и долгота, улица;
- тип хозяйственного использования (жилая застройка; промышленная зона - ТЭЦ, склад, АЗС, фабрика, коммунальная зона; природоохранный комплекс - парк, сквер, бульвар и т.д.; пустырь; свалка и т.д.).
- геоморфологическая характеристика - элемент рельефа (водораздел, склон, пойма и т.д.);
- характер растительного покрова (лес, травостой; видовой состав и физиологическое состояние, хорошее или угнетенное, именно: суховершинность, покрытие лишайниками, явные признаки заболеланий и т.п.).

2. Экологическое состояние:

- наличие твердых отходов (стекла, строительного мусора, шламов, шлаков и др.)
- наличие асфальтовых и бетонных покрытий.

3. Морфологическое описание почвенного разреза¹:

- мощность почвенного профиля - слаборазвитые (<10 см); маломощные (<50 см); среднемощные (50-100 см); мощные (>100 см);
- цвет и мощность вскрытых разрезом слоев (генетических горизонтов), см;
- нарушенность (слабонарушенные - нарушения затрагивают гумусово-аккумулятивные горизонты до глубины 10-25 см и сильнонарушенные - нарушения достигают иллювиальных горизонтов до глубины 25-50 см).

- наличие включений, (строительно-бытовой мусор, промышленные отходы, торфо-компостные смеси, фрагменты погребенных почвенных горизонтов, каменность);

- глубина вскипания от HCl, см;

- характеристика подстилающей породы на глубине 1-1,5 м;

- глубина залегания грунтовых вод (при наличии);

- оглеенность (глубоко-, поверхностно-, профильнооглеенные)

- рабочее название почвы².

¹ Горизонты и индексы городских почв. Искусственно образованные почвенные слои обозначаются буквой «U» (от «urbanization») с добавлением цифр 1, 2, ..., указывающих на порядок расположения в профиле.

² Каждая почвенная разность характеризуется специфическим строением профиля. В предлагаемой индексации это выражается следующим образом: - урбанозем, подстилаемый бетонной плитой, с менее 25% антропогенными включениями: U1ha2-U2a2-U3a1-3-L; - урбо-дерново-подзолистая почва: O-U1d-U2ha1-ELB-B-C.

Выделяются:

1. Основное горизонты:

- Ud – дерновый слой;
- Uh – гумусированный слой;
- Uih – слой с натечным гумусом по ходам корней древесной растительности и животных;
- Ug – оглеенный горизонт
- Uca – карбонатный
- Upt – петролеумный
- U↓↑ – перемешанный слой, состоящий из фрагментов и пятен естественных горизонтов, входящих в виде отдельных в общую массу мелкозема;
- UI – каменистый слой (от litos, например, остатки фундаментов зданий или старых кирпичных кладок;
- U – слой, являющийся искусственным физическим барьером, например, асфальтовое покрытие или бетонная плита, включенные в почву.

2. Дополнительные горизонты:

A1u – аккумулятивно-гумусовый с признаками урбогенеза

Elu – элювиальный горизонт с признаками урбогенеза

Кроме этого, могут выделяться переходные горизонты типа UA, UEL, UG.

Выделяются также следующие слои:

CU – почвообразующая порода, являющаяся одновременно верхней частью культурного слоя;

DU – подстилающая порода, часто является и культурным слоем;

L – каменистый слой (от litos), например, остатки фундамента зданий или старая кирпичная кладка;

L – слой является искусственным барьером, например, асфальтовое покрытие или бетонная плита, заключенные в почвенный профиль.

Количество включений (строительный и бытовой мусор, промышленные отходы и т.д.) обозначаются буквой «а» (от «anthropic» – инструкция-проект «Индексы и обозначения почвенных горизонтов», 1982). Выделяются: a1 – единичные включения, a2 – менее 25%, a3 – 25-50% и a4 – более 50%.

Образцы ведомостей почвенных проб

а. Ведомость полевых почвенных разрезов и образцов почв, взятых для просмотра и отбора на анализ

№№ функциональной зоны	№№ земельного участка	№№ почвенного разреза	Название почвы	Горизонт	Глубина горизонта, см	Глубина взятия образца, см	Примечание

Подпись

Дата

б. Ведомость образцов почв, направляемых на анализ (аналитический план)

№№ разреза	Глубина образца, см	Лабораторный №№	Вид и метод анализа							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	0-10	1	+							
1	10-20	2	+							
2	0-10	3	+							
2	10-25	4	+							
3	0-10	5	+							
4	0-10	6	+							
Итого анализов по видам работ			25	30	10	15	18	27	27	30

Дата отправки образцов в лабораторию

Подпись

в. Таблицы результатов анализов

№№ раз-реза	Глубина образца, см	Лабораторный №№	Вид и метод анализа							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	0-10	1								
1	10-20	2								
2	0-10	3								
2	10-25	4								
3	0-10	5								
4	0-10	6								

Дата получения результатов из лаборатории

Подпись

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Термины и определения	3
2. Городские почвы, их особенности, систематика и распространение	7
2.1. Роль почвы в городе	7
2.2. Группировка и диагностика городских почв	9
2.3. Типология городских территорий	12
3. Виды и уровни загрязнения городских почв	14
3.1. Механическое загрязнение	15
3.2. Физическое загрязнение	16
3.3. Химическое загрязнение	18
3.4. Биологическое загрязнение	22
3.5. Зависимость характера и величины показателей загрязнения городских почв от видов хозяйственного использования	24
4. Инвентаризации загрязненных территорий	26
5. Технология проведения инвентаризации	27
5.1. Подготовительный период	27
5.2. Полевой и лабораторный периоды	28
5.3. Камеральные работы	32
6. Методы рекультивации загрязненных городских почв	32
Заключение	37
Литература	38
<i>Приложение 1.</i> Фоновые содержания химических элементов в почвах Московского региона и уровень загрязнения почв тяжелыми металлами	41
<i>Приложение 2.</i> Описание городской почвы	43
<i>Приложение 3.</i> Образцы ведомостей почвенных проб	45

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**по определению степени загрязнения городских почв и грунтов
и проведению инвентаризации территорий,
требующих рекультивации**

Утверждено к печати Институтом минералогии,
геохимии и кристаллохимии редких элементов

Редактор: Т.И.Нефелова

Компьютерная верстка: И.И.Хрусталева

Подписано к печати 25 декабря 2003 г. Формат 60×90 1/16.
Уч.-изд. л. 3. Тираж 200. Заказ 1-04.

Полиграфическая база ИМГРЭ