

На правах рукописи



ШЕСТАКОВ Игорь Евгеньевич

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
г. ПЕРМИ**

03.02.08 – экология (биология)

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Пермь – 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Ерёмченко Ольга Зиновьевна

Официальные
оппоненты: доктор биологических наук, доцент
Артамонова Валентина Сергеевна

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент **Васильев Андрей Алексеевич**

Ведущая организация: Санкт-Петербургский
научно-исследовательский центр
экологической безопасности РАН

Защита диссертации состоится 1 марта 2012 г. в 16⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.189.02 при Пермском государственном национальном исследовательском университете по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15, в зале заседаний Учёного Совета.

Адрес сайта: <http://www.psu.ru>
E-mail: novoselova@psu.ru
Тел.: 8(342)239-62-17
Факс: 8(342)237-16-11

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Пермского государственного национального исследовательского университета.

Автореферат разослан 30 января 2012 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
Д 212.189.02,
д.б.н., доцент



Л.В. Новосёлова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. С конца прошлого столетия урбанизация стала основной демографической тенденцией и одним из главных факторов трансформации экосистем. Доля городского населения неуклонно возрастает, уже более 50% населения планеты проживает в городах. По данным ООН к 2030 году население городов составит 5 миллиардов, или 60% от прогнозируемых 8,3 миллиардов населения Земли. Каждый день всё новые относительно нетронутые открытые участки - «зеленые зоны» используются для развития транспортной инфраструктуры и под строительство. В последующие десятилетия ожидается значительное увеличение площади городских территорий (Chen, 2007; Vegter, 2007; Pickett et. all, 2011).

Урбанизация приводит к образованию искусственных экосистем, которые обладают меньшей средоформирующей ценностью, нарушением биологического круговорота, сокращением биоразнообразия, резким усилением давления на почвы (Курбатова, 2003; *NYC Soil Survey Staff*, 2005; Pickett et. all, 2011).

Осознанию вклада почв в функционирование экосистем способствуют представления об экологических функциях почв (Добровольский, Никитин, 2000; Структурно-функциональная..., 2003). В городской среде экологические функции почв имеют не меньшее значение, т.к. обеспечивают устойчивость зеленых насаждений, трансформацию техногенных веществ, обеззараживание патогенной микрофлоры и др. Недооценка средоформирующей значимости почв и непонимание необходимости бережного отношения к почве в городе приводят к негативным последствиям. В урбоэкосистемах уничтожение почв и интенсивное сокращение почвенных ресурсов делают невозможным формирование благоприятной для человека устойчивой среды, ведет к тому, что население городов будет существовать на территориях малопригодных для жизни.

Почвенный покров городов очень неоднороден в пространстве, это означает, что способность почв выполнять важные экологические функции также вариативна. Необходимо поддерживать и восстанавливать свойства, необходимые для выполнения почвенных функций в зависимости от функционального назначения территории. Для рационального использования ограниченных и всё более сокращающихся почвенных ресурсов необходимо знать современную структуру почвенного покрова, законы его формирования в урбоэкосистемах, уметь управлять ими с целью оптимизации параметров городской среды

(Фридланд, 1984; Почва, город..., 1997; Закон г. Москвы..., 2007; Матюшкина, 2011; Яковлев, Евдокимова, 2011; Pickett et. all, 2011).

Цель работы – выявить основные компоненты почвенного покрова территорий различного функционального назначения г. Перми и провести оценку экологических свойств почв и техногенных поверхностных образований (ТПО).

Объектами исследований стали почвы и техногенные поверхностные образования левобережной части г. Перми,

предметом исследований – трансформация и экологическое состояние почвенного покрова функциональных зон г. Перми. В рамках данной работы экологическое состояние почвенного покрова включало морфологическую организацию трансформированных почв и ТПО, их сочетание в функциональных зонах города, комплекс эколого-агрохимических и биохимических свойств.

Основные задачи исследований:

1. Изучить морфогенетическое разнообразие почв и ТПО территорий различного функционального назначения.

2. Изучить комплекс эколого-агрохимических и биохимических свойств городских почв и ТПО.

3. Разработать подходы к почвенному картографированию территории г. Перми.

Научная новизна. Впервые изучено морфогенетическое разнообразие и свойства почв и ТПО разных функциональных зон г. Перми: селитебных, промышленных, сельскохозяйственных, «зелёных», проведена их систематизация. Разработаны теоретические основы почвенного картографирования территории г. Перми с учётом морфогенетического разнообразия почв, на основе литолого-геоморфологического строения и функционального зонирования территории. Впервые при оценке экологического состояния почвы и ТПО города использован комплекс биохимических показателей.

Научная и практическая значимость. Разрабатываемое направление изучения почвенного покрова урбозкосистем рассматривает пространственное и профильное строение как совокупный результат современных факторов почвообразования, в том числе, антропогенного, а также наследия лито- и педогенеза. Подходы, используемые в почвенном картографировании городских зон, могут быть методической основой аналогичного обследования городов таежно-лесной зоны Западного Урала. Составлены в среде ГИС среднемасштабные картосхемы зонирования, геоморфологического строения и почвообразующих пород территории города, картосхема урбопедокомплексов части города, которые послужат основой для дальнейшего обследования

экологического состояния почвенного покрова. Фоновые показатели биохимической активности и агрохимических свойств корнеобитаемых слоев рекомендовано использовать при оценке степени деградации почв, использовании приемов ремедиации в г. Перми. В зеленой зоне города выявлены редкие литогенные почвы, имеющие экосистемную ценность и подлежащие особой охране.

Защищаемые положения:

1. Исходная литологическая неоднородность почвообразующих пород предопределила, а факторы урбанизации усилили пространственную неоднородность почвенного покрова г. Перми.
2. В основу картирования почвенного покрова г. Перми положено выделение урбопеδοкомплексов – сочетания почв и ТПО на одинаковых почвообразующих породах в пределах одной функциональной зоны.
3. Комплекс агрохимических и биохимических показателей отражает экологическое состояние городских почв и их способность к выполнению экологических функций.

Апробация работы. Основные результаты исследований были доложены на III Всероссийской конференции с международным участием «Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий» (Астрахань, 2009), региональной с международным участием научной конференции «Ботанические исследования на Урале» (Пермь, 2009), IV всероссийской научной с международным участием конференции «Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове» (Томск, 2010), на международной конференции «Антропогенная трансформация природной среды» (Пермь, 2010), на всероссийской научной конференции «Закономерности изменения почв при антропогенных воздействиях и регулирование состояния и функционирования почвенного покрова» (Москва, 2010).

Публикации. По теме исследований опубликовано 11 работ, в т.ч. 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, и 1 коллективная монография.

Личный вклад соискателя:

- автором организован и проведён полный комплекс полевых работ на территории города, выполнен подавляющий объём лабораторных работ по анализу почвенных образцов, проанализирована картографическая информация, на основе которой создан ряд оригинальных картосхем на территорию г. Перми (картосхемы почв, почвообразующих пород и др.).

Структура и объём работы. Диссертационная работа изложена на 219 страницах машинописного текста; она состоит из введения, че-

тырёх глав, выводов, списка литературы и приложения. Текст содержит 13 рисунков, 15 фотографий и 17 таблиц. Список литературы включает 144 источника, из них 47 англоязычных. Работа снабжена рядом иллюстрированных приложений.

Автор выражает свою благодарность В.И. Каменщиковой и Л.В. Кувшинской за консультативную и организационную помощь в проведении лабораторных работ. Автор благодарит А.И. Андреева, и особо - Т.Г. Филькина за помощь в проведении полевых работ и в обработке полученных материалов. Особую благодарность автор выражает своему научному руководителю - О.З. Ерёмченко, за помощь в проведении работы, постоянное внимание и поддержку.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Экологические функции и состояние почвенного покрова урбанизированных территорий

В главе приведены основные экологические функции почвенного покрова в городской среде, их нарушение и трансформация в связи с антропогенным воздействием, специфика условий почвообразования в городской среде. Рассматриваются существующие классификации и подходы к систематике городских почв, определение понятия «городская почва». Описываются подходы, используемые для создания картосхем урбанизированных территорий, основные принципы их составления, приведены примеры таких картосхем.

Глава 2. Объекты и методы исследования

Пермь - крупный промышленный центр. Основан в 1723 г. По площади (799,68 км²) город занимает третье место в России. Его застройка вытянута более чем на 65 км вдоль Камы. Основной массив промышленной и жилой застройки расположен на левом берегу. Население Перми составляет 991,5 тыс. человек. Пермь является высокоурбанизированной территорией, оказывающей сильное антропогенное воздействие на окружающую природную среду (Уткин, 1999; Пермь..., 2000; Быков и др., 2001).

Территория исследования охватывает левобережную часть г. Перми. Пермь находится на восточной окраине Русской равнины. Равнина сильно расчленена р. Камой и ее многочисленными притоками. Возвышенные участки, образующие высокий берег почти на

всем протяжении города, изрезаны глубокими промоинами и оврагами. Крутые склоны увалов и холмов покрыты маломощным (0,1-3,0 м) слоем делювия, местами на таких склонах обнажаются коренные породы. Пологие склоны перекрыты мощным чехлом (до 22 м) аллювиально-делювиальных отложений. В долине р. Камы также выделяют пойму и четыре надпойменные террасы (Мазур, 1955; Сунцев и др., 2000; Быков и др., 2001).

Под покровом четвертичных отложений залегают осадочные образования нижней и верхней перми, представленные преимущественно карбонатными породами: известняками, часто глинистыми, мергелями, доломитами, реже песчаниками, алевритами и аргиллитами (Лебедев, 1996). Покровную толщу четвертичных отложений на водоразделах и их склонах в г. Перми слагают красновато-желтоватые глины и суглинки элювиально-делювиального происхождения, местами желтые пески с мелкой галькой и гравием (Мазур, 1955; Коротаев, 1961). Климат г. Перми - умеренно-континентальный. Средняя годовая температура в г. Перми + 1,8° С. Сумма эффективных температур – 1390°С. Среднегодовое количество осадков составляет 616-638 мм. Климатические условия обуславливают промывной тип водного режима.

Согласно схеме ботанико-географического районирования (Овёснoв, 1997) г. Пермь расположен в районе широколиственно-еловых-пихтовых (подтаёжных) лесов. Длительное антропогенное воздействие повлекло за собой значительное изменение естественного растительного покрова. Структура растительного покрова г. Перми складывается из естественных фитоценозов, искусственных насаждений, рудеральных ассоциаций и сельскохозяйственных угодий, что характерно и для других крупных городов (Почва, город..., 1997).

Изучение почвенного покрова г. Перми носило фрагментарный характер. По литературным данным основным компонентом природного почвенного комплекса являются дерново-среднеподзолистые тяжелосуглинистые почвы. В долинах рек широко распространены дерновые, дерново-глееватые, аллювиальные и торфяно-болотные почвы (Маландин, 1939, Коротаев, 1961, 1962).

Оценка разнообразия почв города Перми была проведена на основе анализа данных полевых исследований, проведенных автором в 2008–2011 гг. Всего на территории г. Перми было описано более 50 почвенных профилей. Полевые работы включали также маршрутные исследования территории, во время которых кроме полнопрофильных разрезов, выполнялись прикопки глубиной около 70 см. Описание проводились при помощи макро- и мезоморфологических методов

анализа почвенного профиля, наибольшее внимание уделялось строению горизонтов (Розанов, 2004). При диагностике горизонтов и почв (а также ТПО и почвоподобных образований) использовали классификацию и диагностику почв России (2004) с использованием классификационных подходов М.Н. Строгановой и др. (Почва, город, экология, 1997; Антропогенные почвы, 2003) для диагностики трансформированных почв и ТПО. Для изучения структуры почвенного покрова города применяли ГИС – технологии.

В почвенных образцах определяли агрохимические свойства и биохимические показатели: водное и солевое рН - потенциометрическим методом, гидролитическую кислотность - по Каппену, сумму обменных оснований - по Каппену-Гильковицу; ёмкость катионного обмена - расчётным методом; ёмкость катионного обмена в карбонатных образцах - по Шмуку; содержание органического углерода - по Тюрину; содержание подвижных фосфатов и калия в вытяжке по Кирсанову; активность каталазы (АК), уреазы (АУ), фосфатазы (АФ) по Ф.Х. Хазиеву (1990); базальное дыхание (БД) - адсорбционным методом по И.Н. Шаркову (1984), после внесения в почву глюкозы измеряли субстрат индуцированное дыхание (СИД). Результаты исследований обработаны с применением математической статистики, корреляционного анализа и метода главных компонент.

Глава 3. Морфогенетическое разнообразие и свойства почв левобережной части г. Перми

Разнообразие почв **зеленой зоны** г. Перми в значительной степени определяется литолого-геоформологическими условиями территории. Кроме зональных подзолистых почв на элювиально-делювиальных суглинках и глинах здесь сформированы почвы на элювии пермских пород, на двучленных породах и древнеаллювиальных песках. Были встречены почвы, одновременно отнесенные к нескольким охраняемым категориям ценности; вместе с растениями почвы выполняют экологическую (средообразующую) функцию по оптимизации условий городской среды. Кроме того, на крутых склонах с выходами разных пермских пород сформировались *редкие литогенные почвы на пермских породах* с особыми генетическими свойствами. Некоторые из этих почв имеют экосистемную ценность как компонент реликтовых липняков, местообитание «красно-книжных» видов растений. На верхних камских террасах в липняках описаны почвы *на двучленных породах* –

аллювиальных супесях, подстилаемых красноцветными глинами, в регионе они занимают относительно малые ареалы. Почвы на двучленных породах отнесли одновременно к трем охраняемым категориям – за экологическую значимость, как слабоизученные и редкие литогенные почвы; рекомендовали к включению в Красную книгу почв Пермского края. Экосистемную ценность имеют слабодифференцированные песчаные почвы – *псаммоземы* сосновых боров камских террас. Они являются уникальными в силу эстетических и рекреационных свойств этих лесов. Вырубка, пожары, застройки, добыча песка ведут к их масштабному исчезновению. Экосистемы сосновых лесов на легких почвах левобережья Камы занимали, по-видимому, значительные площади, в настоящее время сильно сократившиеся.

В **районах малоэтажной застройки** профиль почв формируется под воздействием урбо- и агрофакторов. В урбопочвах горизонт «урбик» мощностью 5-50 см содержит промышленно-бытовой мусор. В урбаноземах «урбик» более 50 см и подстилается почво-грунтами или остатками горизонтов. Агроурбопочвы и агроурбаноземы имеют гумусовый горизонт, как правило, повышенной мощности. В нижней части профиля остатки генетических горизонтов могут позволить диагностировать исходную почву. Морфологическое разнообразие почв районов малоэтажной застройки предопределено исходным разнообразием литолого-геоморфологических условий и природных почв, т.к. районы расположены преимущественно в долине р. Камы. В районах малоэтажной застройки можно встретить также экраноземы и техноземы, в том числе, реплантоземы.

Профили почв и ТПО из **районов многоэтажной застройки** подтвердили выявленные ранее особенности (Еремченко, Москвина, 2005). Они, как правило, не сохранили природное строение, сформированы «культурным слоем», насыпными грунтами разного гранулометрического состава - карбонатным щебнем, торфокомпостом, песками и суглинками. Иногда могут скрывать под собой оскальпированные, погребенные почвы. В целом почвенный покров районов многоэтажной застройки по сравнению с почвенным покровом районов малоэтажной застройки отличается более глубокой нарушенностью, массовым включением твердых непочвенных материалов. Признаки окультуривания малозначительны, в основном связаны с насыпкой низинного торфа (слой 0-10 см) на поверхность почв и грунтов после работ по планировке поверхности, нарушенной при строительстве.

Урбаноземы и урбопочвы **промышленных зон** вблизи застроенных объектов и дорог нарушены, содержат множество твердых включений, особенно промышленного происхождения. Негумусированные поверхностные образования (ТПО) встречаются на «молодых» поверхностях после механического уничтожения природных почв. Окультуривание проявилось, как и в районах многоэтажной застройки, в виде покрытия поверхности слоем низинного торфа. На удаленных от построек участках встречаются природные почвы.

В агропочвах (агродерново-подзолистые, агротемно-серые) **сельскохозяйственной зоны** сохранились природные черты строения профиля. Агроземы образовались преимущественно из почв с исходно слабодифференцированным профилем (серогумусовых).

Систематизация разнообразия почв и ТПО функциональных зон г. Перми проведена на основе материалов полевых исследований, проведенных в рамках диссертационной работы, с учётом классификационных подходов М.Н. Строгановой и др. (Stroganova et al., 2002; Антропогенные почвы, 2003), классификации и диагностики почв России (2004), D.G. Rossiter (2003), Sobocka (2010). Некоторые отличительные особенности почвенного покрова г. Перми связаны с местной формой окультуривания реплантоземов, а именно, покрытием поверхности слоем низинного торфа, как правило, не более 10 см. Для урбаноземов г. Перми характерна относительно небольшая мощность «урбика» из-за непродолжительности городского почвообразования (старые районы города в основном застроены). Наибольшей степенью окультуренности отмечены агроурбаноземы и агроурбопочвы районов малоэтажной застройки, у которых относительно повышена мощность гумусовых горизонтов, профиль отличается следами активности мезофауны.

В целом в почвенном покрове г. Перми отмечена высокая вариативность эколого-агрохимических и биохимических показателей, обусловленная как наследуемыми, так и приобретенными признаками. Наиболее выраженные изменения свойств почв в городской среде приводим на примере некоторых почв зеленой зоны, селитебных районов многоэтажной и малоэтажной застройки. Основные показатели, обеспечивающие выполнение эколого-биологических свойств городских почв, были оценены относительно их вариации в почвенном покрове. Максимальное значение почвенного показателя в городе приняли за единицу. Лепестковые диаграммы позволяют сопоставить состояние биологически активных верхних слоев наиболее распространенных почв на территории г. Перми (рис. 1).

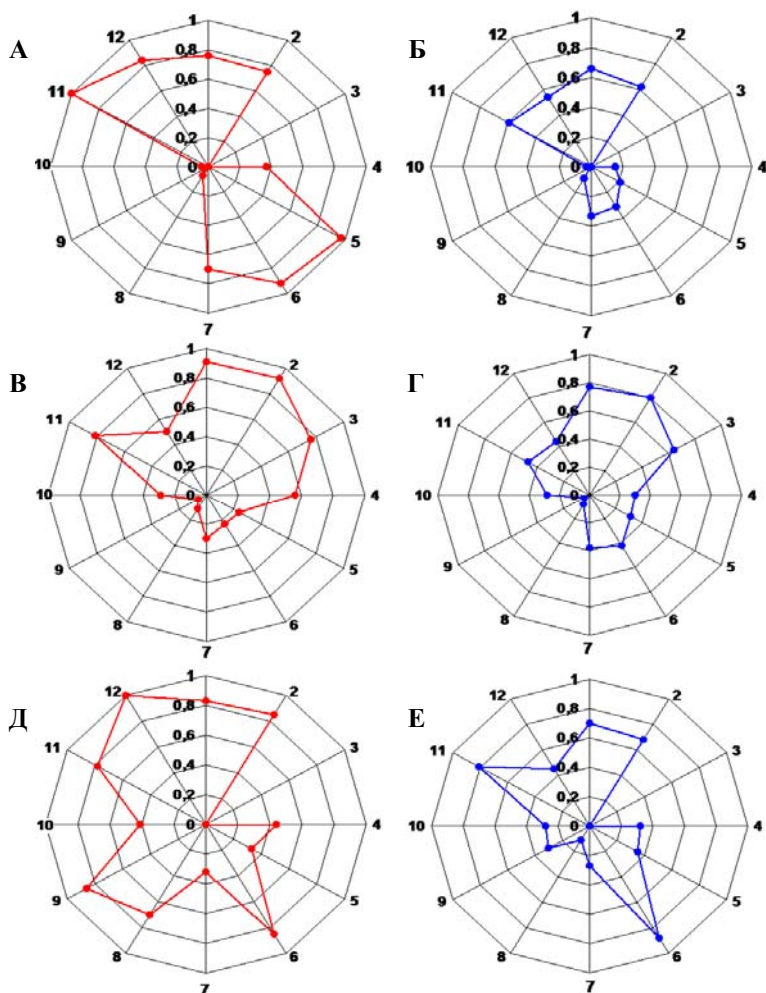


Рис. 1. Относительные показатели состояния почв г. Перми (А – дерново-подзолистая суглинистая почва, Б – псаммозем песчаный, В – урбанозём суглинистый, Г – урбанозём супесчаный, Д – агроурбодерново-подзолистая суглинистая почва, Е – агроурбодерново-подзолистая супесчаная почва).

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1 – pH вод; | 7 – азот валовой, %; |
| 2 – pH сол; | 8 – фосфор вал. P_2O_5 , %; |
| 3 – CO_2 карбонатов, %; | 9 – фосфор подвижный, P_2O_5 , мг/100 г; |
| 4 – ЕКО, мг-экв/100 г; | 10 – калий подвижный, мг/100 г |
| 5 – углерод гумуса, %; | 11 – "дыхание", CO_2 , мг/100 г в сутки; |
| 6 – углерод орг, водораств., %; | 12 – активность каталазы, O_2 мг/100 г. |

Близкие формы диаграммы почв зеленой зоны обусловлены кислой реакцией, низкой обеспеченностью питательными элементами, повышенными показателями биохимической активности в органо-гумусовых горизонтах. Псаммозем песчаный отличается от дерново-подзолистого суглинистого почв меньшим количеством органического углерода и азота.

Общие черты имеют лепестковые диаграммы урбаноземов районов многоэтажной застройки, связанные с подщелачиванием – окарбоначиванием, низкими показателями обеспеченности гумусом и азотом, накоплением соединений фосфора и калия и низкими показателями биохимической активности. Более легкий гранулометрический состав отражается в меньшей емкости катионного обмена супесчаного урбанозема. Агроурбопочвы имеют отличительную форму лепестковой диаграммы, связанную с благоприятным гумусовым состоянием, питательным режимом и повышенной биохимической активностью поверхностного слоя, особенно при суглинистом гранулометрическом составе.

Глава 4. Картографирование почвенного покрова г. Перми

Почвенный покров городов имеет сложную мозаичную структуру, обусловленную частой сменой почв и ТПО, многокомпонентным составом почвенного покрова и высокой степенью контрастности (морфологической и генетической) между входящими в него ареалами. В связи с выше изложенным, при картировании почвенного покрова урбанизированных территорий нельзя в полной мере применить методы картирования природных почв.

В наших исследованиях картографические работы выполнялись в программной среде ArcGIS 9.2. Была создана географическая информационная система (ГИС) «Почвы г. Перми», включавшая ряд тематических слоёв, в т.ч. авторских, созданных в рамках представленной работы:

- топографическая карта М 1:100 000,
- спутниковые снимки территории г. Перми полученные с системы LandSat-7 через сервис Google Earth
- почвенная карта Пермского края М 1:300 000,
- отметки рельефа (по данным съёмки SRTM),
- векторная карта элементов рельефа М 1:100 000 (авторская),

- схема почвообразующих пород (авторская),
- схема функционального зонирования г. Перми,
- обобщённая схема городских функциональных зон (авторская).

Исследование и картирование городских почв и особенно урбаноземов является весьма трудной задачей. Для её решения используются различные подходы (Строгонова, 1997; *NYC Soil Survey Staff*, 2005; Sobocka, 2010; Матюшкина, 2011 и др.).

Чаще всего, почвенное картирование городских территорий основано на выделении зон в соответствии с их функциональным назначением и последующим описанием наиболее репрезентативных профилей внутри каждой зоны.

Действительно, тип землепользования (функциональное зонирование территории и связанные с ним виды и степень воздействия на почвы) является ключевым фактором обеспечивающим изменение естественной структуры почвенного покрова. Тем не менее, в городе при трансформации и полном уничтожении почв, формировании ТПО наследуется гранулометрический состав почв/пород, а, следовательно, сохраняется значение этого показателя в формировании экологических свойств почвенного покрова. Это второй фактор, который, по-нашему мнению, необходимо учитывать при проведении почвенной съёмки в городе.

Почвенную съёмку проводили в границах выдела, который в целом соответствует водоразделу рек Мулянки и Данилихи, впадающих в р. Каму. Выдел охватывает практически все элементы рельефа и почвообразующие породы левобережья р. Камы в пределах г. Перми, захватывает части Дзержинского и Индустриального районов города в пределах разных функциональных зон.

Для территории, на которой осуществлялась почвенная съёмка, составлена картосхема урбопедокомплексов (УПК) М 1:100 000, полученная в результате наложения слоя функциональных зон на картосхему почвообразующих пород, составленную по литературным данным и материалам полевых исследований. Геоморфология района нами не учитывалась, т.к. она в некоторой мере отражена в составе материнских пород. Таким образом, УПК представляет собой сочетание почв и ТПО на одинаковых почвообразующих породах в пределах одной функциональной зоны.

Всего выделено 15 урбопедокомплексов, различающихся историей и характером освоения, хозяйственно-функциональной структурой и, как следствие, процентным соотношением площадей, входящих в их состав почв и ТПО (рис. 2). В каждом УПК

охарактеризованы почвы и ТПО с описанием преобладающих разностей.

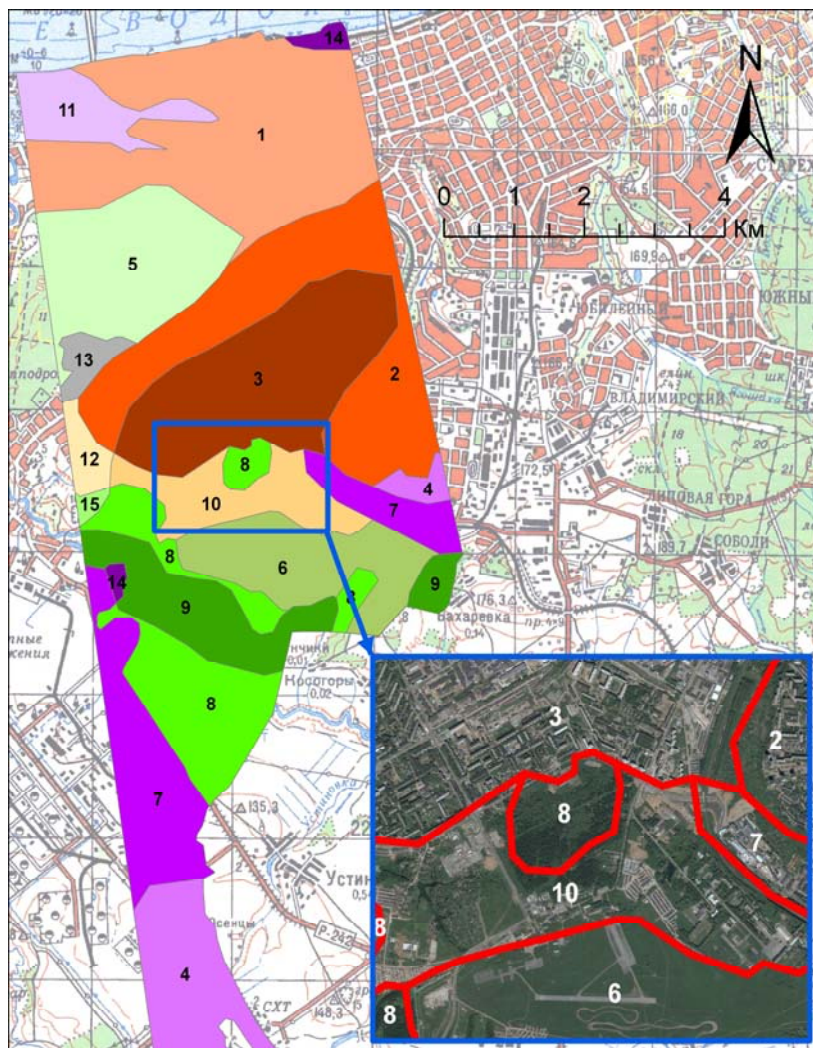


Рис. 2. Картограмма урбепедокомплексов г. Перми в пределах исследуемого выдела

Легенда к почвенной картосхеме урбопеδοкомплексов.

Номер урбопеδοкомплекса, название и занимаемая площадь:	Гектары
1. Многоэтажная застройка на песках и супесях	895
2. Многоэтажная застройка на средних суглинках и двучленах	663
3. Многоэтажная застройка на тяжёлых суглинках и глинах	611
4. Промышленная зона на средних суглинках и двучленах	526
5. Зелёная зона на песках и супесях	450
6. Резервные территории (тяжёлые суглинки и глины)	334
7. Промышленная зона на тяжёлых суглинках и глинах	444
8. Зелёная зона на тяжёлых суглинках и глинах	471
9. Зелёная зона на тяжёлых суглинках и глинах с выходами коренных пород	311
10. Малоэтажная застройка на тяжёлых суглинках и глинах	224
11. Промышленная зона на песках и супесях	165
12. Малоэтажная застройка на средних суглинках и двучленах	54
13. Прочее	51
14. Промышленная зона на тяжёлых суглинках и глинах с выходами коренных пород	33
15. Зелёная зона на средних суглинках и двучленах	14

Пример описания УПК. **Урбопеδοкомплексы малоэтажной застройки** (УПК 10 и 12) формируются в пределах четвёртой террасы р. Камы и высокой равнины, на тяжёлых, средних суглинках, а также на двучленных (супеси на тяжёлых суглинках) породах. Естественные почвы в этих районах малоэтажной застройки в наибольшей степени были трансформированы агрофакторами. Преобладающей здесь разностью почв (до 70 % площади) являются агроурбопочвы и агроурбаноземы – почвы огородов с новой системой почвенных горизонтов (фото 1, 2). Под влиянием антропогенного окультуривания дерново-подзолистые почвы и дерново-элювозёмы превратились в агроурбодерново-подзолистые почвы и агроурбодерново-элювозёмы соответствующего гранулометрического состава и с повышенной мощностью гумусового горизонта.

В данных УПК формируются также урбаноземы, характеризующиеся слоистостью, значительным количеством антропогенных включений. Экраноземы и почвы грунтовых дорог также часто слоисты и содержат множество включений, гравия и

щебня. Небольшими ареалами встречаются в УПК техноземы, в том числе, реплантоземы. Свойства вышеназванных почв и техноземов сходны с подобными разностями районов многоэтажной застройки. Почвы и ТПО, как правило, несмотря на насыпные слои, имеют соответствующий породе гранулометрический состав.

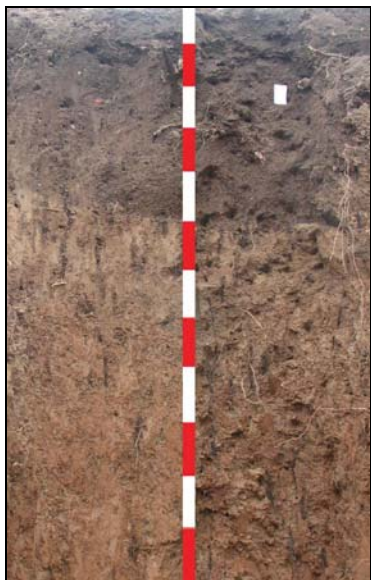


Фото 1. Агроурбодерново-подзолистая почва



Фото 2. Агроурбодерново элювозём

В городской среде для успешного выполнения экологических функций почвы и ТПО должны обладать биологически активным слоем, где создаются условия для произрастания растений, трансформируются отходы жизнедеятельности, уничтожается болезнетворная микробиота. В настоящее время городские почвы настолько отличаются от природных, что можно говорить о фоновых показателях их химического состояния, как это уже отражено в городском уровне содержания тяжелых металлов. Нами сделана попытка приложить понятие фона к комплексу эколого-агрохимических и биохимических показателей слоя почв и ТПО мощностью 0-25 см (следует отметить, что нами исследованы почвы без признаков существенного химического загрязнения).

Нами установлено, что распределение ряда показателей состояния корнеобитаемых слоев (органический углерод, $pH_{вод}$, сумма осно-

ваний, БД, СИД, АК) не отличается от нормального, что подтверждает уровень значимости нулевой гипотезы. Характер распределения подвижного фосфора и калия, активности уреазы не отличается от логнормального, что также подтверждено уровнем значимости нулевой гипотезы. Получены статистические критерии данных эколого-агрохимического и биохимического состояния корнеобитаемых горизонтов (табл. 2).

При данном уровне исследованности почвенного покрова г. Перми доверительный интервал приняли в качестве фонового уровня состояния корнеобитаемого слоя. В случае отклонения от фона в ту или другую сторону можно утверждать о существенном нарушении почвенных свойств и экологической функции почв, по-видимому, это будет происходить при высоком уровне химической загрязненности, деградации физических свойств. Распределение данных, полученных для фосфатазной активности и $pH_{\text{сол}}$, не соответствуют нормальному или логнормальному, поэтому для оценки фона использованы медиана и квартили.

Как известно, агрохимические показатели показывают способность почвы создавать условия для произрастания растений, существуют шкалы оценки почв по данным показателям. Эколого-агрохимическое состояние важно и для городских почв, обеспечивающих устойчивость зеленых насаждений. Менее изучены биохимические свойства почв, особенно городских. В тоже время биохимическая активность почв рассматривается как показатель экологической функции почв, т.к. ферменты вырабатываются всеми живыми организмами, а их активность зависит от свойств самой почвы. В связи с этим была проверена корреляция между эколого-агрохимическими показателями и биохимическими показателями состояния корнеобитаемого слоя (табл. 3).

Статистическая обработка показала среднюю корреляционную зависимость между органическим углеродом, суммой оснований, подвижным фосфором, с одной стороны, и активностью каталазы, уреазы, показателями «дыхания», с другой стороны. Фосфатазная активность почвы коррелирует с содержанием подвижных элементов минерального питания растений. Следовательно, менее кислые почвы, обогащенные гумусом и подвижными элементами минерального питания, имеют повышенную активность ферментов и интенсивнее выделяют углекислый газ («дыхание»). В целом по комплексу эколого-агрохимических и биохимических показателей можно успешно судить о способности городской почвы и ТПО выполнять экологические функции.

Таблица 1

Результаты статистической обработки показателей экологического состояния почв промышленных, селитебных и сельскохозяйственных зон (слой 0-25 см)

Показатель	Количество проб	Среднее значение	Доверительный интервал	Минимальное значение	Максимальное значение	Медиана	Верхний квартиль	Нижний квартиль
С. орг., %	40	2.4	1.9-2.8	0.4	5.7	2.2	1.2	3.3
Σоснований, мг-экв/100 г	35	24.3	20.2-28.4	1.3	47.4	20.7	16.7	33.9
рНвод	47	-	-	4.4	8.3	7.2	6.5	7.5
рНсол	42	-	-	3.7	7.6	6.8	5.6	7.1
P ₂ O ₅ подвижный, мг/100 г	28	2.5	1.7-3.3	0.1	8.9	1.8	1.2	2.9
К подвижный, мг/100 г	28	17.0	13.3-20.7	3.5	35.2	14.2	9.5	27.0
АК, О ₂ см ³ /1 г за 1 мин	45	3.8	3.3-4.3	1.0	8.0	3.0	3.0	5.0
АУ, N-NH ₃ мг/100 г за 1 ч.	45	3.3	2.4-4.2	0.2	18.0	2.3	1.9	3.6
АФ, Р ₂ О ₅ мг/100 г за 1 ч.	41	-	-	0.1	1.3	0.3	0.2	0.6
БД, СО ₂ мг/ 100 г почвы за 24 ч.	45	30.0	25-35	2.0	64.0	29.0	18.0	37.0
СИД, СО ₂ мг/ 100 г почвы за 24 ч.	45	51.6	44-59	9.0	92.0	55.0	31.0	70.0

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между показателями экологического
состояния почв (слой 0-25 см)

Показатели	С. орг., %	Сумма ос- нований, мг- экв/100 г	pHвод	pHсол	P ₂ O ₅ подв., мг/100 г	К подв., мг/100 г
АК, O ₂ см ³ /1 г за 1 мин	0,63*	0,64*	0,22	0,22	0,10	-0,20
АУ, N-NH ₃ мг/100 г за 1 ч.	0,58*	0,33*	0,09	0,16	0,33*	0,36*
АФ, P ₂ O ₅ мг/100 г за 1 ч	0,08	0,21	0,21	0,19	0,38*	0,37*
БД, CO ₂ мг/ 100 г почвы за 24 ч.	0,47*	0,73*	0,63*	0,66*	0,53*	0,46*
СИД, CO ₂ мг/ 100 г почвы за 24 ч.	0,30	0,62*	0,66*	0,67*	0,58*	0,53*

Примечание. * - коэффициенты достоверны при 5 % уровне значимости

Таблица 3

Факторные нагрузки на показатели экологического состояния почв
промышленных, селитебных и сельскохозяйственных зон (слой 0-25 см)

Показатели	Факторы	
	нейтрализации кислотности	гумусонакопления
С. орг.	0,05	0,83*
Σоснований, мг-экв/100 г	0,75*	0,42
Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г	-0,89*	0,03
pHвод	0,95*	0,09
pHсол	0,94*	0,15
P ₂ O ₅ подвижный, мг/100 г	0,40	0,56
К подвижный, мг/100 г	0,49	0,45
АК, O ₂ см ³ /1 г за 1 мин	0,53	-0,24
АУ, N-NH ₃ мг/100 г за 1 ч.	0,13	0,77*
АФ, P ₂ O ₅ мг/100 г за 24 ч	0,14	0,03
БД, CO ₂ мг 100 г почвы за 24 ч.	0,70*	0,54
СИД, CO ₂ мг 100 г почвы за 24 ч.	0,70*	0,46
Влияние фактора, %	40%	21%

В трансформированных почвах и ТПО зеленых, промышленных и сельскохозяйственных зон в равной степени встречаются показатели фоновой, повышенной и пониженной биохимической активности корнеобитаемых слоев (рис. 4). В районах малоэтажной застройки почти половина показателей состояния корнеобитаемых горизонтов были выше фоновых. Наихудшая экологическая обстановка отмечена в районе многоэтажной застройки, где при глубокой трансформации почвенного покрова 60 % биохимических показателей понижены относительно фона, всего 11 % показателей были выше фонового уровня, что свидетельствует о нарушении экологической функции почвенного покрова.

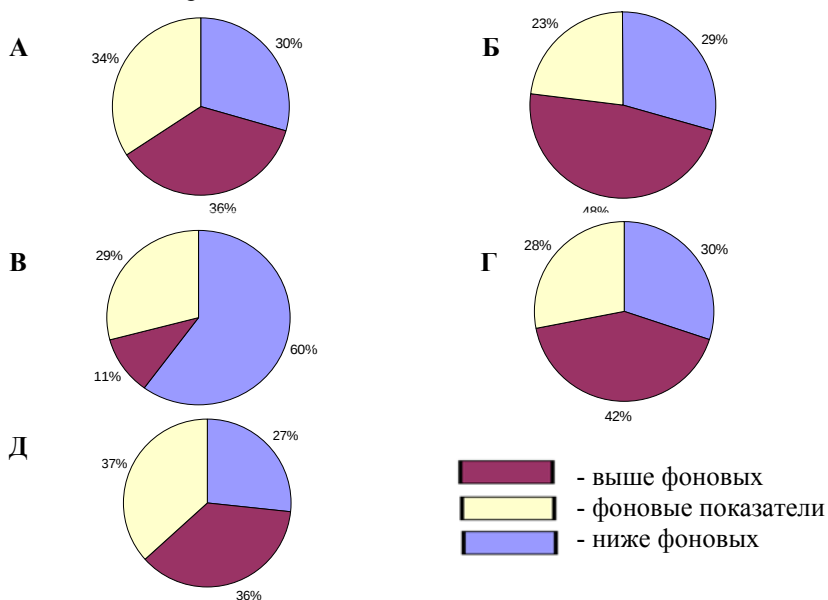


Рис. 3. Соотношение показателей биохимической активности корнеобитаемых горизонтов почв функциональных зон г. Перми: А – зелёная зона, Б – зона малоэтажной застройки, В - зона многоэтажной застройки, Г – промышленная зона, Д – сельскохозяйственная зона.

Результаты математической обработки данных методом главных компонент показали (табл. 3), что в поверхностных слоях почв и ТПО селитебных, промышленных и сельскохозяйственных зон г. Перми 40 % изменчивости свойств определяют факторы, влияющие на актуальную и обменную кислотность. Под их действием существенно изменяются интегральные показатели биохимической активности – БД

и СИД. Вторыми по степени влияния являются факторы, определяющие накопление органического углерода (гумуса) в корнеобитаемых слоях. Они определяют 21 % изменчивости показателей и существенно регулируют активность уреазы. Поскольку биохимическая активность городских почв зависит от содержания органического вещества и кислотности; данные показатели почв можно регулировать, в целом улучшая экологические функции почв. Низинный торф, применяемый при рекультивации городских почвогрунтов, имеет кислую реакцию; другое органическое вещество в регионе для окультуривания почв в том же объеме найти сложно. Для формирования конструктоземов с биохимически активными свойствами потребуются торфокомпосты из смеси низинного торфа с карбонатными материалами.

Выводы

1. В зеленой зоне г. Перми выявлены редкие литогенные почвы, имеющие экосистемную ценность и подлежащие особой охране и включению в Красную книгу почв Пермского края.

2. Литолого-геоформологические условия территории г. Перми предопределяют, а тип землепользования усиливает значительное разнообразие почв и техногенных поверхностных образований селитебных, промышленных и сельскохозяйственных зон.

3. Почвы районов малоэтажной застройки, промышленных и сельскохозяйственных зон наряду с преобразованными поверхностными горизонтами («урбик», пахотный) часто наследуют признаки природных почв, особенно в нижней части профиля; в районах многоэтажной застройки вследствие механического нарушения/уничтожения почвенного покрова преобладают техногенные поверхностные образования.

4. В условиях городской среды окультуривание почв отмечено в районах малоэтажной застройки, где сформировались агроурбопочвы и агроурбаноземы с биологически активным слоем повышенной мощности.

5. В силу высокой горизонтальной и вертикальной неоднородности почвенного покрова урболандшафтов в основу почвенного картографирования положено выделение урбопедокомплексов – сочетания почв и техногенных поверхностных образований на одинаковых почвообразующих породах в пределах одной функциональной зоны города.

6. Для оценки экологического состояния почв и ТПО г. Перми рекомендуется использовать показатели биохимического и агрохимического состояния корнеобитаемых горизонтов мощностью не менее 25 см.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

Публикации в изданиях рекомендованных ВАК:

1. Ерёмченко О.З., Шестаков И.Е., Каменщикова В.И. Эколого-биологические свойства урбанозёмов г. Перми // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о земле. Ижевск, 2011. Вып. 4. С. 56–63.
2. Каменщикова В.И., Ерёмченко О.З., Шестаков И.Е. Биодиагностика экологического состояния почв города Перми // Экология урбанизированных территорий. Москва, 2011. №3. С. 85–89.

Иные научные публикации:

3. Ерёмченко О.З., Филькин Т.Г., Шестаков И.Е. Редкие и исчезающие почвы Пермского края. Пермь. 2010. 92 с.
4. Ерёмченко О.З., Москвина Н.В., Шестаков И.Е. Экологические функции и морфологическое разнообразие почв городских ландшафтов Пермского Прикамья // Ботанические исследования на Урале: мат. регион. с междунар. уч. науч. конф. Пермь: изд-во Перм. гос. ун-та, 2009. С. 109–111.
5. Ерёмченко О.З., Шестаков И.Е., Москвина Н.В. Городские почвы районов малоэтажной застройки: разнообразие, функции, охрана // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий: сб. статей III Всеросс. конф. с междунар. уч. Астрахань, 2009. С. 152–154.
6. Ерёмченко О.З., Москвина Н.В., Шестаков И.Е. Строение, свойства и распространение урбоагропочв в районах одноэтажной застройки г. Перми // Вестник Пермского университета. 2009. Вып. 10(36). С. 160–163.
7. Ерёмченко О.З., Филькин Т.Г., Шестаков И.Е. Категории охраняемых почв Пермского края // Отражение био-, гео-, антропо-сферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: Материалы IV всеросс. науч. конф. с междунар. участием. Томск, 2010. Т.3. С. 68–70.

8. Шестаков И.Е., Каменщикова В.И., Кувшинская Л.В. Морфогенетическое разнообразие и свойства почв селитебных зон г. Перми // Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: Материалы IV всеросс. науч. конф. с междунар. участием. Томск, 2010. Т.3. С. 258–260.
9. Ерёмченко О.З., Филькин Т.Г., Шестаков И.Е. Прошлые, настоящее и будущее почвенного царства природы // Вестник Пермского научного центра УрО РАН. Пермь, 2010. Вып. 3. С. 50–58.
10. Ерёмченко О.З., Каменщикова В.И., Шестаков И.Е. Биодиагностические показатели экологического состояния почв г. Перми // Антропогенная трансформация природной среды: мат. междунар. конф. Пермь, 2010. Т.3. С. 115–122.
11. Шестаков И.Е., Москвина Н.В. Разнообразие почв различных функциональных зон левобережной территории г. Перми // Закономерности изменения почв при антропогенных воздействиях и регулирование состояния и функционирования почвенного покрова: мат. всеросс. науч. конф. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2011 г. С. 454–457.

Подписано в печать 26.01.2012. Формат 60×90/16.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 110 экз. Заказ №

Отпечатано с готового оригинал-макета в Типографии Пермского государственного национального исследовательского университета
Адрес: 614 990, г. Пермь, ул. Букирева, 15